1re Année — No 5 — Octobre 1934

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

Les dernières éruptions volcaniques dans les colonies françaises :

L'éruption de la Montagne Pelée de 1929 à 1933.
Les éruptions de 1931-34 à la Réunion.
L'éruption de 1929 à Ambrym (Nouvelles-Hébrides).
Le volcan du Karthala (Grande Comore).

Notes et informations.

Bibliographie.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 6 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur, 11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

Téléph. : Odéon 32-70

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES.	35 francs.
ETRANGER.	40 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription. Chaque changement d'adresse doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies*, et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1934 sont publiés à l'aide de subventions de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences) et de l'Académie des Sciences Coloniales.

PRINCIPAUX ARTICLES A PARAITRE EN 1934

N° 1. — Cartes météorologiques de l'Ouest africain.
Nos 2 et 3. — Etude comparative des climats des Colonies françaises.
N° 4. — Les cyclones et typhons dans les Colonies françaises.
N° 5. — Les dernières éruptions volcaniques des Colonies françaises.
N° 6. — Etudes hydrologiques dans les Colonies françaises.

L'éruption de la Montagne Pelée (Martinique) de 1929 à 1933

État actuel du volcan. — Organisation de l'observatoire. — Mesures de sécurité envisagées

I. — LES PHÉNOMÈNES OBSERVÉS

Dès les premières manifestations d'activité de la Montagne Pelée, en septembre 1929, toutes les mesures de sécurité jugées nécessaires furent prises pour la protection des populations, et une mission scientifique, dirigée par M. Arsandaux, fut envoyée par le gouvernement français afin d'étudier l'évolution du nouveau cycle éruptif. Arrivé au début des premiers paroxysmes violents, le 10 novembre 1929, M. Arsandaux ne quitta la colonie que le 16 janvier 1930, lorsque toute menace de danger fut écartée.

Avant d'exposer l'état actuel du volcan, nous rappelerons brièvement la succession des phénomènes qui se sont produits jusqu'en 1931 et donnerons, ensuite, un aperçu sur le nouvel observatoire volcanologique en voie d'organisation.

Signes précurseurs

Il semble qu'aucun signe précurseur n'ait annoncé une reprise d'activité de la Montagne Pelée avant les manifestations fumerolliennes qui débutèrent le 23 août 1929.

Des secousses séismiques ont été enregistrées régulièrement à l'Observatoire du Morne des Cadets avec des appareils Bosch installés, en 1902, par M. A. Lacroix, et à Fort-de-France avec des appareils Mainka installés, en 1926, par M. Simon. Sur les courbes des mois de septembre et novembre 1928, on remarque bien des ébranlements rappelant les enregistrements d'explosions (coups de mine) ; ils sont peut-être en relation avec l'activité interne du volcan, mais ne paraissent pas constituer des précurseurs de l'éruption de 1929.

En mars 1929, de l'habitation Morne Etoile, MM. Ernoult et Tardon ont aperçu de fortes colonnes de fumées verticales s'élevant des fumerolles ; en mai, le même phénomène fut constaté à nouveau. On ne peut le considérer, toutefois, comme annonçant une prochaine éruption.

En effet, depuis 1906, l'activité des fumerolles était observée régulièrement tous les jours de l'Observatoire du Morne des Cadets. A certaines époques, elle a passé par des maxima. Les uns ont coïncidé avec une augmentation de l'état hygrométrique, les autres avec des périodes de vent nul. Et, dans aucun cas, les augmentations d'émission des vapeurs n'ont été suivies de manifestations éruptives violentes.

De même, les sources chaudes de la vallée de la Rivière Blanche ne semblent pas avoir été modifiées avant l'éruption. But d'excursion assez fréquenté, on n'a jamais signalé d'anomalie, même dans leur débit, ni dans leur température. MM. Boutin et Revert, qui les ont examinées après l'explosion de septembre, puis après celle du 19 octobre, leur ont trouvé une température invariable de 43 à 44°.

Le débit des Rivières n'a rien présenté d'anormal longtemps à l'avance non plus : aucun tarissement, aucune crue insolite ; les premières crues à eaux boueuses n'ont été signalées qu'après les éruptions vulcaniennes du début, elles étaient dues au charriage, par les pluies, des premières cendres projetées.

En définitive, il semble bien établi que, seule, l'activité des fumerolles a été le premier indice de l'éruption, et cela quelques jours seulement avant les explosions. Peut-être qu'une attention plus soutenue, qu'une surveillance régulière de la région eût révélé des anomalies dans les dégagements gazeux, dans la température du sol, etc.

Quoi qu'il en soit, le réveil de la Montagne Pelée, le 16 septembre 1929, a été, pour tous, une réelle surprise.

L'éruption

Le nouveau cycle éruptif de la Montagne Pelée débuta, le 23 août 1929, par un accroissement de l'activité et du nombre des fumerolles, toutes localisées sur le dôme (flancs S et NW en particulier) et le long de la profonde rainure séparant celui-ci du Plateau des Palmistes et de la Petite Savane.

Les fumerolles à vapeurs blanches, d'abord sulfhydriques, furent au bout de quelque temps nettement sulfureuses.

Le 16 septembre 1929, débutèrent les phénomènes explosifs.

Des éruptions identiques se produisirent à nouveau les 14, 19, 28, 30 octobre et les 8 et 13 novembre de la même année.

Ces éruptions « vulcaniennes » ou « ultravulcaniennes », précédées de grondements saccadés, se manifestèrent toujours par l'émission d'un nuage épais qui, après s'être élevé à une altitude variant de 600 à 3.000 mètres, s'inclinait tantôt vers le Prêcheur, tantôt plus au Sud, parsemant les abords immédiats du cratère de débris de roches plus ou moins volumineux, et tous les alentours d'une couche de cendre atteignant par endroit 10 cm. d'épaisseur.

M. Boutin, alors Directeur de l'Observatoire, décrit ainsi l'éruption survenue dans la nuit du 18 au 19 octobre :

« Elle dura 10 minutes environ, pendant lesquelles se fit entendre avec quelques arrêts, toujours le bruit de soupapes qu'on soulage. Un nuage enveloppait le dôme et s'en éloignait progressivement, sa partie basse lourde et noire descendait en roulant avec lenteur dans la vallée de la Rivière Sèche. Elle s'arrêta sur les crêtes boisées qui dominent la Rivière des Pères. La partie haute, de moins en moins sombre et blanche au sommet, s'éleva à environ 1.200 mètres au-dessus du dôme. A deux reprises, vers le début, j'ai distinctement aperçu une lueur fugitive illuminant les bords supérieurs de la partie dense de la colonne. On eût dit comme un reflet d'un feu intérieur s'allumant et s'éteignant par éclipses rapides. Le nuage a disparu assez vite sur la mer, après être passé dans la région du Fonds Canonville ; l'éruption fut suivie jusqu'à 8 heures de grondements intermittents accompagnés de poussées de vapeur blanche ».

Les explosions vulcaniennes se succédèrent plus violentes et de plus en plus rapprochées, en corrélation avec l'augmentation de la poussée interne. Elles cessèrent le jour où, le « débouchage » étant opéré, commença la troisième phase du cycle éruptif, caractérisée par l'émission de magma neuf et la formation de « nuées ardentes » (Fig. 1 à 8 et 21).

Les nuées, prenant naissance dans l'excavation formée par évidement du dôme (1), s'échappaient horizontalement, canalisées dans un secteur assez restreint et inhabité. Des nuées verticales, accompagnées ou non d'un bourgeonnement horizontal, se produisirent à partir du 27 décembre et présentèrent la même constitution.

Ces nuées silencieuses et à marche lente furent nombreuses et d'intensité variable (en moyenne 12 à 13 par jour jusqu'en février) (Voir graphique page 132). Au début, les plus fortes atteignirent la mer et s'y étendirent jusqu'à un ou deux milles.

A partir de janvier, leur trajectoire beaucoup plus courte ne dépassa pas le Morne Lénard (2 kilomètres environ de leur point de départ).

Le nombre des nuées alla en diminuant dans le courant de février pour se réduire à partir de mars à quelques bouffées cendreuses se produisant de temps à autre et se confondant vite avec les nuages atmosphériques.

Jusque dans le courant de 1931, on eut encore, par intermittence, des périodes d'émissions cendreuses plus ou moins importantes (juin, septembre, novembre 1930 ; janvier, avril 1931), mais sans jamais atteindre l'ampleur des premiers mois de l'éruption.

La caractéristique du cycle éruptif après les grosses nuées fut la formation d'un nouveau dôme à accroissement rapide. Ayant pris naissance dans l'excavation signalée, ce dôme arriva à la hauteur de l'ancien (1.350 m.) en octobre 1930, le déborda bientôt à l'Est pour atteindre 1.476 mètres en décembre 1931, et redescendre à 1.440 mètres en mai 1932 (Fig. 9 à 16).

Du 1er mai au 15 juillet 1932, l'activité du volcan fut très faible. Mais, du 15 juillet au 1er octobre, elle s'est fortement accrue, provoquant un nouvel exhaussement du dôme de 30 à 40 mètres sur toute sa longueur.

Au 1er octobre 1932, le point culminant a atteint 1.480 mètres, surplombant les restes de l'ancien dôme de 130 mètres.

A partir de cette date, les changements survenus ont été insignifiants. Les émissions de magma ont à peu près pris fin au début de 1933. En juin 1933, l'arête rocheuse du dôme avait une altitude moyenne de 1.450 mètres. Le point le plus élevé, vers l'Ouest, avait alors 1.460 mètres et, jusqu'au 31 décembre 1933, aucune modification importante n'a eu lieu. Seuls, quelques éboulements se sont produits, en particulier face à la Petite Savane au Sud, et derrière le Petit-Bonhomme, au Nord.

Depuis, une faible diminution d'altitude du sommet semble indiquer un léger affaissement général.

(1) Cet évidement a été attribué par M. Arsandaux à « l'action abrasive des nuées ardentes, aux dépens du talus d'éboulis de la précédente éruption ».

Le nouveau dôme et son évolution

Le début de la formation du dôme a été, comme en 1902, difficile à suivre. Le sommet de la Montagne étant généralement couvert de nuages, on n'a pas eu la possibilité de constater avec exactitude le résultat des éruptions vulcaniennes.

Des excursions organisées les 17 et 31 octobre 1929 permirent de voir, à travers la brume, que le vieux dôme avait été entamé sur ses flancs S et SW et que la région de la Petite Savane, du Contre Aileron et du Plateau des Palmistes jusqu'au Morne La Croix (au total 40 à 45 hectares) était jonchée de débris plus ou moins gros de roches anciennes. Cette zone s'est accrue fortement avec les éruptions suivantes vers l'Aileron.

Il semble que les projections produites par la poussée du magma neuf aient évidé le vieux dôme dans sa partie Sud et Sud-Ouest et sur toute sa hauteur, et que l'on se soit alors trouvé en présence d'une sorte de cratère ouvert vers le S-W, où devait aboutir la cheminée volcanique.

D'après un rapport adressé, fin octobre 1929, par MM. Boutin et Revert au Gouverneur de la colonie, on a tout lieu d'affirmer que les flancs du vieux dôme n'avaient pas été ménagés par les premières explosions.

Avec les nuées, l'excavation formée s'accentua et le reste subsistant des parois Sud-Ouest du dôme fût entraîné avec les produits d'émission.

Pour le détail des phénomènes violents qui se produisirent à partir de cette époque jusqu'à la fin de 1931 et pour l'interprétation qui en a été donnée, je renverrai aux différentes notes des savants qui les ont observés : MM. Arsandaux, Revert et F.-A. Perret. Elles ont paru dans les comptes-rendus de l'Académie des Sciences et les Annales de Géographie (1).

Je me propose, dans ce mémoire, d'exposer mes observations personnelles et les conclusions que je crois devoir en tirer.

En octobre 1931, lors de mon arrivée à la Martinique, le nouveau dôme de la Montagne Pelée était à peu près seul visible de la mer et de la région de Saint-Pierre, laissant à peine deviner, à l'Est et à l'Ouest, l'ancien dôme de 1902. La profonde rainure le contournant du Morne Saint-Martin à l'Ouest, en passant au pied du Morne La Croix, avait disparu sur une longueur de 250 à 300 mètres depuis le mois d'août.

Les flancs Sud et Sud-Est du vieux dôme ayant été débordés par les apports nouveaux, seule la disparition de la végétation permettait de voir de ce côté la limite des deux dômes. Vers le Nord, ils étaient séparés par une rainure dont la largeur et la profondeur allaient en s'accroissant de l'Est vers l'Ouest ; prenant naissance à l'est face au Plateau des Palmistes, à 100 mètres au-dessus de la Grande Caldeira, elle atteignait 50 à 60 mètres de profondeur à l'Ouest, au pied d'une crête rocheuse à pic subsistant du dôme de 1902 et appelée « Dent Ouest ».

La Petite Savane, le Plateau des Palmistes jusqu'au Morne La Croix, parsemés de blocs des premières explosions, étaient encore dénudés de toute végétation.

La zone dévastée par les nuées, s'étendant des flancs du volcan vers la mer, avait déjà subi la forte influence des grosses pluies de l'hivernage. En particulier, l'important talus d'apports volcaniques qui avait bouché la haute Rivière Claire et permis ainsi la formation d'un joli lac d'eau sulfureuse (M. Revert), avait été entaillé largement et la Rivière Claire s'était alors frayé un passage profond jusqu'à la mer.

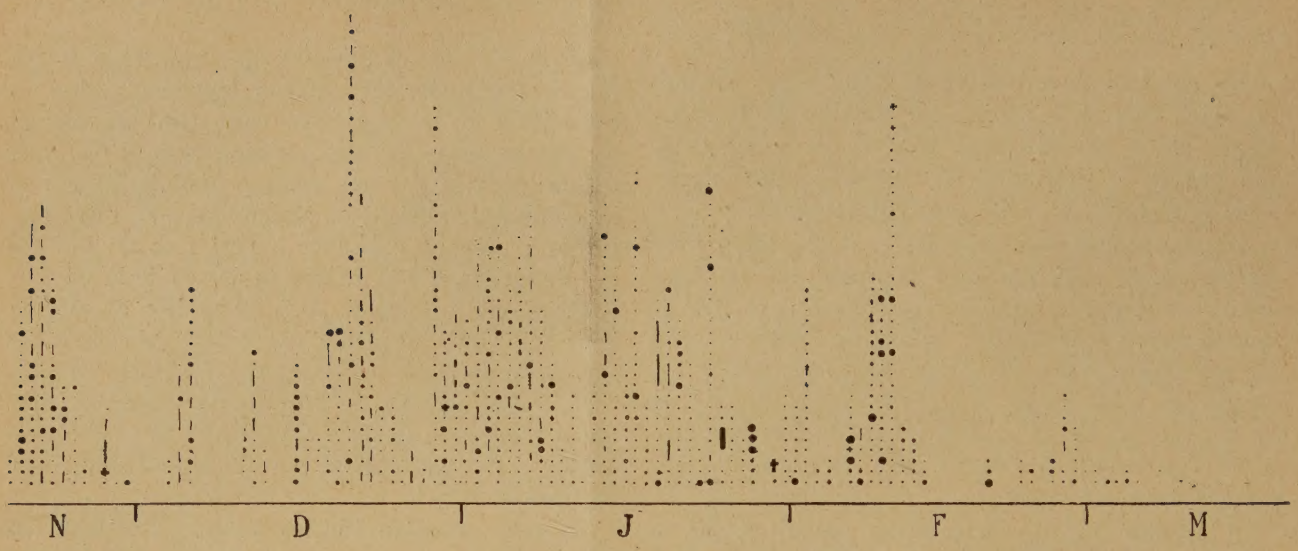
Dans le courant des mois d'octobre et de novembre 1931, se produisirent encore quelques émissions cendreuses épaisses, mamelonnées, à sinuosités caractéristiques. Emanant du pied d'aiguilles naissantes ces nuées roulaient lentement vers le bas en prenant une extension de plus en plus grande en hauteur. Arrivées à 900 ou 1.000 mètres de leur point d'émission, le vent en entraînait vers l'Ouest la partie la moins dense et la répandait en une légère pluie de cendre fine sur le bourg du Prêcheur.

Si l'on excepte quelques très faibles poussées de vapeurs rousses sans développement en 1932, on peut dire que les émission de fin 1931 furent les dernières manifestations de type peléen du cycle éruptif actuel.

Les seuls faits importants à partir de cette époque furent des émissions de magma solide et la production de phénomènes secondaires.

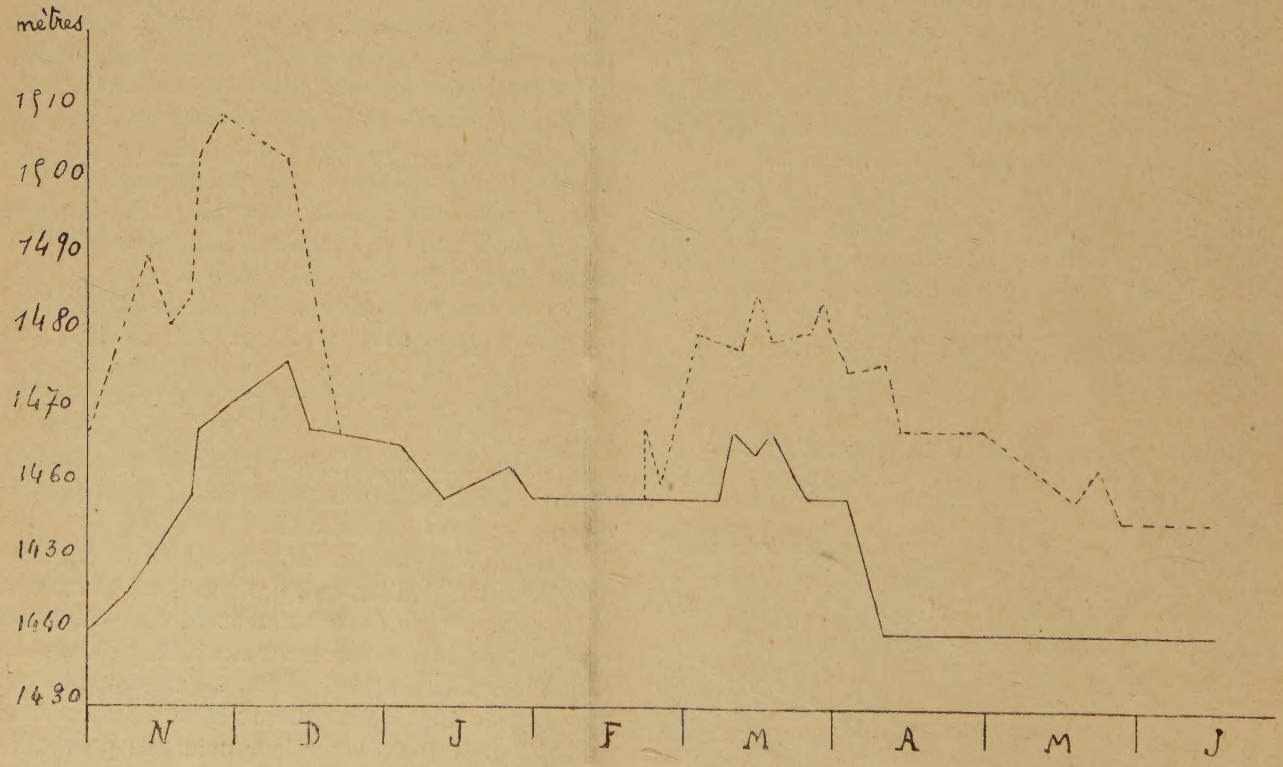
Les émissions solides ont consisté en émergences de dykes et d'aiguilles qui, profondément enracinés, ont provoqué un épaississement et une élévation considérable du nouveau dôme sur toute sa longueur (Fig. 17 et 18). Corrélativement à l'ascension de ces dykes et aiguilles, de nombreux blocs faisaient leur apparition. Entraînés par leur poids, ils provoquèrent des avalanches continuelles, parfois considérables, jusqu'en septembre 1932 (Fig. 19).

(1) Voir la Bibliographie donnée plus loin.



Nombre et intensité des nuées du 29 novembre 1929 au 19 mars 1930

· Petite nuée horizontale.
• Assez forte nuée horizontale.
▪ Forte nuée horizontale.
| Série de petites nuées horizontales.
+ Poussée verticale.



Variations de l'altitude du dôme du 1er novembre 1931 au 15 juin 1932.

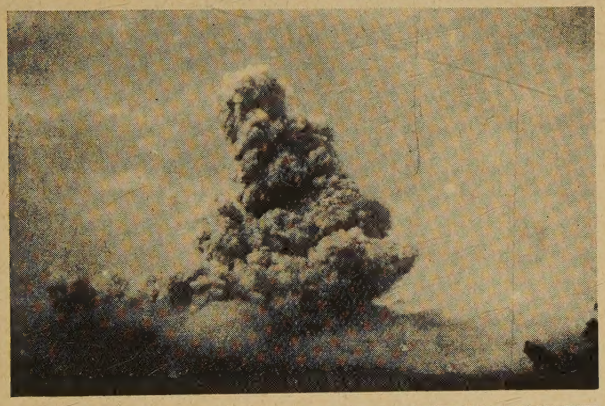
Variations de l'altitude du sommet de l'aiguille du 1er novembre 1931 au 15 juin 1932.

1

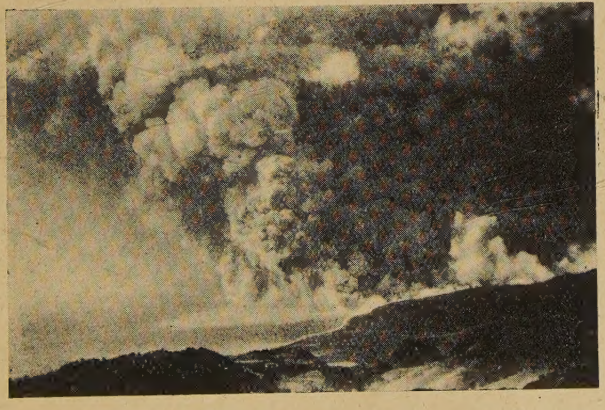
2

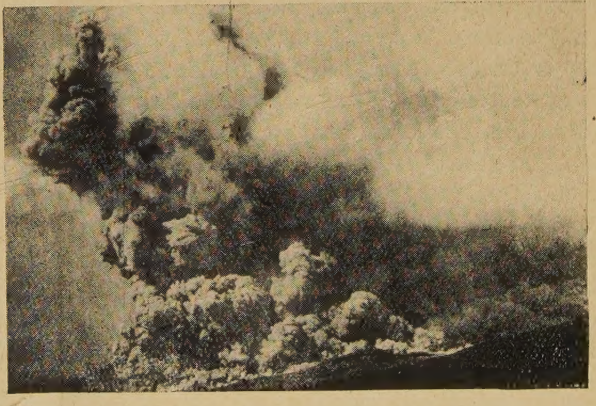
3

4


5

6


7


8

Les nuées ardentes de 1929

Fig. 1 à 6. — Stades successifs du début d'une nuée en décembre ; Fig. 7. — La nuée du 6 novembre arrivant à la mer ; Fig. 8. — La nuée du 29 décembre.

La sortie des blocs ne se produisait pas indifféremment, elle était nettement localisée aux pieds des aiguilles et dykes et l'importance était en relation évidente avec la poussée des dykes. La nuit, les avalanches étaient très visibles ; les produits émis étant incandescents, on avait l'illusion de coulées de feu.

Ces blocs, de dimensions variant de quelques décimètres cubes à plusieurs mètres cubes, ont contribué à accroître le talus d'éboulis formé et à combler la vieille Caldeira vers le sud face à la Petite Savane.

Les extrusions de dykes et d'aiguilles ont été fort intéressantes à suivre.

Dès 1930, M. F. A. Perret eut la bonne fortune de pouvoir observer les débuts des deux aiguilles.

« La première montait avec une vitesse de un mètre par heure, la pente du dôme s'ouvrant comme de la terre sous la poussée d'un champignon. Du magma encore pâteux montait encore plus vite que l'aiguille, formant comme une cravate autour d'elle, puis elle se solidifiait. Le tout ne devenait résistant que lorsque l'aiguille avait atteint 3 mètres environ ».

Les plus importantes étaient apparues le 25 mars 1930, le 8 mai 1930, les 9 avril et 19 août 1931.

En novembre 1931, les émissions de magma solide étaient localisées en quelques points au Nord-Est du nouveau sommet. Une aiguille unique apparut alors à partir du 7 novembre. La largeur de sa base et la rapidité de son élévation firent croire, pendant quelques jours, qu'on allait assister à l'érection d'une belle aiguille comparable à celle de 1903. Le phénomène fut beaucoup moins important, la nouvelle aiguille n'a jamais dépassé l'altitude de 50 mètres depuis sa base. D'abord effilée, en forme de pyramide à trois pans, elle s'est écroulée par effritement et par fendillements verticaux en produisant de grosses avalanches sèches ; repoussant constamment, en épaississant de plus en plus par la base, elle a présenté finalement l'aspect d'une masse rocheuse énorme (Voir graphique page 132).

Le 28 décembre 1931, sur le flanc Nord, une autre aiguille très effilée fit son apparition. Après avoir atteint 30 mètres environ au bout de 25 à 30 jours, elle n'a subi par la suite aucune modification de forme.

A la même époque, on a pu suivre la poussée d'un dyke puissant sur le flanc Sud-Ouest à 1.200 mètres d'altitude. Ce dyke a présenté la caractéristique de s'élever lentement et sans démolition contrairement aux aiguilles du sommet. Il est visible sur les photographies prises de l'Observatoire, entre le Petit Bonhomme et la Pointe de la Dent Ouest.

Jusqu'en août 1932, les émissions solides du sommet, localisées au Sud-Est, se sont déplacées progressivement vers le Centre et l'Ouest. Les petites aiguilles qui surgirent alors n'eurent rien de particulier, sinon leur grand nombre et la même régularité dans le mode d'émergence et le mode d'effritement.

Depuis septembre 1932, l'activité de la Montagne Pelée a été décroissante ; les dernières émissions de magma solide se sont produites en janvier et mai 1933 ; aucune nouvelle émision cendreuse n'a eu lieu.

Si le dôme n'a pu être suivi exactement dans ses débuts, son aspect final peut nous fixer sur le mode de formation probable.

A l'heure actuelle, il se présente sous forme d'un édifice rocheux allongé suivant une direction sensiblement E-W, de 5 à 600 mètres de longueur sur 3 à 400 mètres de largeur. Le sommet présente un plateau chaotique très étroit sur toute la longueur.

Sur le flanc Nord, le nouveau dôme est limité par le vieux dôme, dont il n'est séparé que par la faible rainure, en partie comblée, signalée précédemment. Face à la mer, son talus d'éboulis ne s'arrête qu'à quelques centaines de mètres du Morne Lénard.

L'ossature en est constituée par des roches en place qui ont émergé, soit sous forme d'aiguilles, soit sous forme d'amas rocheux avec production de miroirs de glissement et de brèches de friction. Ces roches sont nettement visibles :

1° A l'Est, où une vaste paroi verticale surplombe la rainure ;

2° Face à la mer, où des parois abruptes ont été facilement débarrassées de tous les blocs écroulés peu stables qui les recouvraient primitivement. Sur les autres faces du dôme, elles émergent de-ci de-là au milieu de débris et de brèches d'écroulement. La face Nord, en particulier, est encore complétement recouverte de ces amas rocheux, la pente beaucoup moins forte empêchant leur chute.

Les roches en place ont leur surface fissurée et fendillée au même stade que celles toujours restant du vieux dôme. La plupart de ces fissures produites au cours de l'ascension de la roche n'ont fait que s'accentuer, facilitant le fractionnement et l'écroulement.

Les blocs incohérents, épars sur le plateau étroit du sommet, sont analogues aux roches en place et proviennent de leurs démolitions ; ceux tombés sur les flancs du dôme sont de toutes tailles, à arêtes

anguleuses. C'est leur accumulation qui a comblé toute la partie sud de la caldeira et accru le talus des apports de nuées face à la mer.

Toutes ces caractéristiques permettent de conclure que le mécanisme de formation du nouveau dôme fut identique à celui du dôme de 1902.

Les produits de l'éruption

Les produits solides de l'éruption qui nous intéresse ont été semblables à ceux émis en 1902.

Dans les nombreux blocs recueillis et examinés entre la mer et le sommet, on a retrouvé toutes les catégories qu'avait recueillies M. A. Lacroix en 1902. Les bombes en croûtes de pain semblent toutefois n'avoir pas été abondantes. M. F.-A. Perret en a trouvé quelques-unes en août 1930, à un endroit recouvert aujourd'hui de plusieurs mètres de matériaux nouveaux. J'en ai trouvé trois ou quatre sur le plateau terminal du vieux dôme.

On a constaté également tous les types de cristallinité qui se sont présentés au cours de la précédente éruption, desquels il est impossible de les distinguer à l'œil nu : dacitoïdes à pâte vitreuse (type obsidienne, type ponceux), dacitoïdes à pâte microlitique non quartzifère, à pâte riche en quartz. Tous avec les mêmes phénocristaux et les mêmes enclaves homœogènes.

L'examen de fragments de roches provenant des aiguilles de fin 1931 et du début de 1932, a montré qu'ils correspondaient au type quartzifère ; cela prouve que, comme pour l'éruption de 1902, dans la production lente d'aiguilles, le magma s'est trouvé dans des conditions favorables à la cristallisation du quartz.

L'accès du dôme étant possible en tous points maintenant, j'ai pu noter la présence exclusive des types cristallins dans les roches en place. Les types vitreux se rencontrent principalement dans le grand talus d'éboulis face à la mer et au fond de la rainure séparant les deux dômes.

Dans les échantillons examinés se trouvent de nombreuses brèches de friction formées aux dépens de dacitoïdes cristallines. Les débris d'aiguilles en sont particulièrement riches, ce qui est normal étant donné le mode d'apparition de celles-ci sous forme de masses solides à travers d'autres masses solides.

Les roches altérées superficiellement par l'action des fumerolles se retrouvent dans tous les talus d'éboulis. Aux bouches des fumerolles, l'altération est beaucoup plus accentuée et beaucoup plus profonde, il y a formation d'enduits blanchâtres très friables atteignant plusieurs centimètres d'épaisseur.

Fluidité du magma

On a supposé que le magma de la nouvelle éruption était plus fluide qu'en 1902.

Avant le 21 novembre, de l'Observatoire, on est « à peu près certain » d'avoir vu couler la lave par deux ou trois fentes verticales au sommet du dôme, face à Saint-Pierre (1). D'autre part, M. F.-A. Perret est très affirmatif à ce sujet.

« Dans les débuts, dit-il, la lave dans les bouches du cratère était suffisamment liquide pour être projetée verticalement, en particulier pendant les nuits du 24 janvier et du 15 février, où j'ai assisté à des jets d'au moins 100 mètres au-dessus du cratère et dont une partie retombait en dehors de ses parois ».

Il aurait été intéressant de recueillir des échantillons de ces projections ; elles sont malheureusement recouvertes à l'heure actuelle par tous les matériaux apportés par la suite. Un bloc, qui date de cette époque et que j'ai examiné, a été recueilli en décembre 1929 ; on voit, par ses contours arrondis qu'il a dû, après projection, être roulé à l'état pâteux.

Phénomènes secondaires (2)

La plupart des phénomènes secondaires, que nous avons constatés à la Montagne Pelée depuis 1931, sont dûs aux agents atmosphériques. La pluie notamment a joué un grand rôle.

Après chaque averse abondante, on a pu voir, jusqu'à la fin de 1932, des émissions cendreuses partant du dôme et présentant de grandes analogies avec les nuées ardentes : apports considérables de blocs et de cendre, volutes contorsionnées en choux-fleurs, mais cependant avec des contours moins nets et une coloration plus blanche. Ce phénomène, que l'on pourrait désigner sous le nom de *pseudo-nuées*, a été noté également par M. Perret.

Des observations rapides aussitôt après ces émissions nous ont permis de constater que leur température devait être assez faible. Dans la zone atteinte, sur les bords de la Caldeira, la végétation couverte

(1) M. Revert signale, dans les *Annales de Géographie*, que les lueurs rouge blanc, aperçues le 17 novembre au soir, « ne pouvaient provenir que de laves incandescentes ».

(2) On trouvera d'intéressants renseignements sur ces phénomènes dans l'article que M. Revert a consacré à la Montagne Pelée dans les *Annales de Géographie*.

de cendre tiède n'a jamais été détruite, pas même altérée.

Ces pseudo-nuées, fréquentes pendant les hivernages 1931 et 1932 (juillet à novembre), ont été signalées après chaque pluie abondante sur le volcan. Les 10 et 12 septembre 1932, le phénomène a été particulièrement remarquable ; en 1933, il n'a été constaté qu'une seule fois, le 24 juillet.

En plus de l'action sur le dôme chaud, encore en activité, les eaux de pluies ont provoqué de fortes érosions dans les apports des nuées et ont creusé, entre la rivière Sèche et la rivière Lamarre, trois profondes ravines (Fig. 20).

La première longe le flanc Ouest du Morne Lénard pour aboutir à la mer à 350 mètres de la Rivière Sèche ; son embouchure correspond sensiblement à celle de l'ancienne Rivière Blanche, aussi l'avons-nous dénommée Rivière Blanche.

La deuxième, plus à l'Ouest, vient des flancs même du dôme, et serpente jusqu'à la mer dans un lit profond de 8 à 10 mètres. Son cours supérieur correspond à l'ancienne Haute Rivière Blanche.

La troisième, la Rivière Claire, arrive à la mer en passant au pied du Coffre à Mort.

L'accès de la montagne, depuis la mer, devient de plus en plus pénible ; l'épaisse couche de cendre superficielle a disparu, il ne reste que des amas de blocs irréguliers difficiles à traverser. Pendant l'hivernage 1933, la piste allant de Saint-Pierre au Prêcheur a été constamment coupée par les grosses pluies, entre la Rivière Sèche et le Fonds Canonville. Il y eut même une victime par imprudence en septembre, lors de l'arrivée dans le lit de la Rivière Blanche, d'une masse considérable d'eau boueuse.

Dès février 1930, l'affouillement des eaux et leur infiltration dans les amas de cendre chaude avaient provoqué de nombreuses émissions de vapeurs blanches souvent à odeur sulfureuse. Les blocs laissèrent échapper, pendant longtemps, des gaz chauds qui, pour la plupart, n'étaient composés que d'air et de vapeur d'eau. En octobre 1931, on voyait encore, à hauteur du Morne Lénard, une quinzaine de ces pseudo-fumerolles à températures variant entre 50 et 80° ; toutes disparurent dans les premiers mois de 1932.

Il n'existe plus maintenant qu'une fumerolle secondaire à l'emplacement des anciennes sources chaudes ; son activité est surtout grande pendant les pluies, un panache de vapeur s'élève alors à 30 ou 40 mètres, sa température, sans changement depuis fin 1931, oscille entre 100 et 104°.

Quant à l'érosion éolienne, elle a été sinon importante tout au moins fréquente. Chaque fois que l'on s'est trouvé quelques heures sans pluie, des nuages de cendre se sont élevés en tourbillonnant, particulièrement dans la partie basse de la région détruite.

Tous ces phénomènes d'érosion ne cesseront que lorsque la végétation aura pu s'installer de nouveau. Entre la mer et la montagne, seules quelques maigres fougères ont réussi à vivre jusqu'ici ; par contre, sur le Plateau des Palmistes et sur la Petite Savane, la végétation a retrouvé son aspect d'autrefois.

En plus des manifestations dues aux agents atmosphériques, on observe de temps à autre une forte avalanche de blocs mal équilibrés partant des bords du plateau terminal, ce qui rend l'ascension du nouveau dôme encore dangereuse dans certains secteurs.

Fumerolles

Une suractivité des fumerolles, dès août 1929, avait été la première manifestation du nouveau cycle éruptif. De sulfhydriques, elles étaient vite devenues sulfureuses et elles étaient apparues en grand nombre sur tout le vieux dôme.

En 1931, elles avaient presque toutes disparu, on en voyait simplement les traces par la végétation détruite et l'altération des roches.

Actuellement, toutes les fumerolles sont localisées sur les deux dômes.

1° *Fumerolles du vieux dôme*

Les fumerolles du vieux dôme constituent trois groupes. Le premier, au Nord, comprend deux fumerolles assez régulières dans le fond de la Rainure : l'une, à 90°, donne de jolies concrétions, dans lesquelles on peut distinguer du gypse ; l'autre, à 86°, a son orifice tapissé de jolis petits cristaux de soufre et les alentours immédiats couverts de soufre pulvérulent. Les gaz qui s'échappent de cette fumerolle m'ont donné à l'analyse, en février 1934, la teneur suivante :

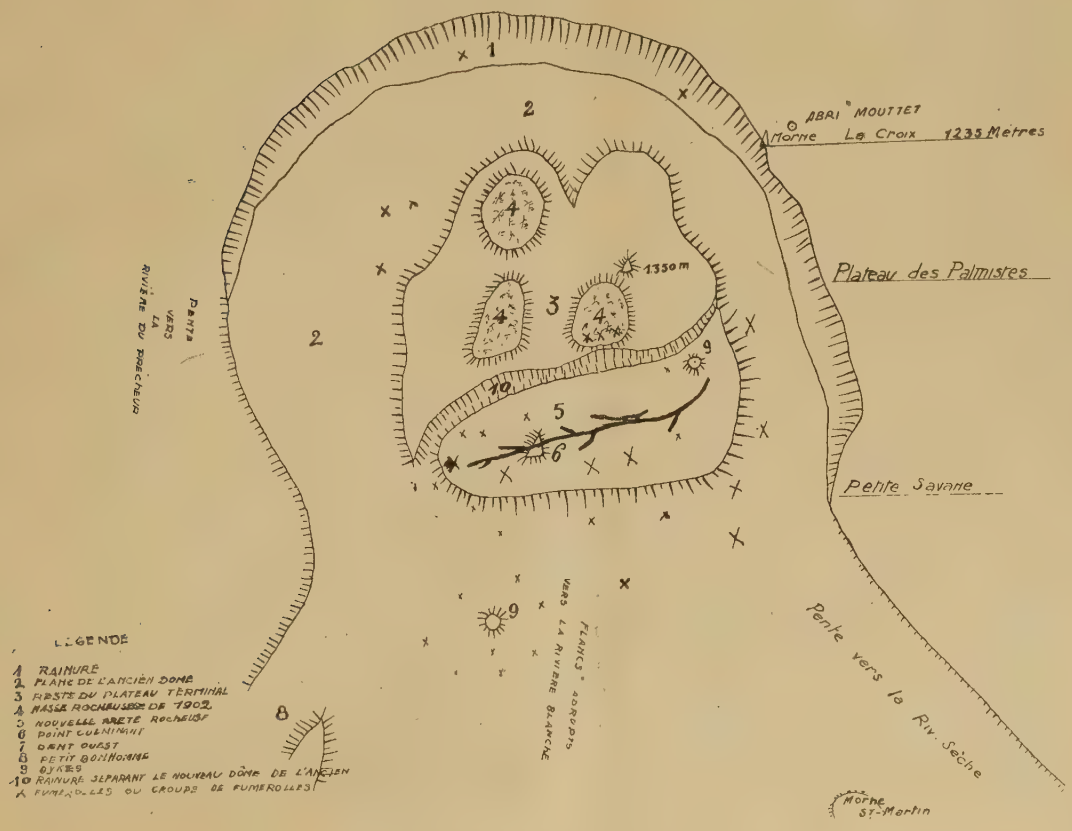
CO^2	58
H^2S	2,5
O	4,2
N	34,5

D'autres fumerolles, à des températures variant entre 45° et 90°, sont éparses entre les deux précédentes, leurs orifices sont couverts de concrétions de gypse et d'alunogène. Elles ne donnent aucune odeur caractéristique.

Le deuxième groupe, sur le flanc ouest face au

TOPOGRAPHIE DU SOMMET DE LA MONTAGNE PELÉE

Sommet de la montagne Pelée en 1925



Echelle : 1/10.000

Sommet de la montagne Pelée en février 1934

Prêcheur, près de la dent Ouest, se maintient sans changement depuis 1931. La température varie entre 80° et 108°. L'odeur est légèrement sulfureuse.

Le troisième groupe, le plus important, est situé sur le sommet à la limite des deux dômes. La température varie entre 85° et 92°. C'est essentiellement de la vapeur d'eau qui est émise. Les orifices, en nombre considérable, en forme de profonds entonnoirs ou de fentes à travers les roches, sont tapissés de cristaux de soufre de quelques centimètres. L'ensemble des roches environnantes fortement altérées est recouvert de dépôts de soufre et de concrétions composées de sulfates d'alumine, de calcium et de chlorure d'ammonium avec, par endroits, des traces verdâtres de sels de fer.

2° *Fumerolles du nouveau dôme*

Les fumerolles du nouveau dôme peuvent se classer en trois groupes :

Le premier s'étend sur les flancs S et SW, à activité variable en rapport avec les précipitations. Ces fumerolles, difficilement accessibles, sont à à odeur très sulfureuse. La température de quelques-unes a passé de 150° à 145° au cours de l'année 1933.

Le deuxième groupe, sur tout le sommet, correspond à l'emplacement des plus récentes bouches d'émission. A la fin de 1933, leurs températures variaient de 180° à 300°. Elles avaient une forte odeur sulfureuse.

Le troisième groupe, sur le flanc nord et dans la rainure qui sépare les deux dômes, est le seul que nous ayons suivi régulièrement depuis le mois de juin 1932. Des prélèvements de gaz effectués au même point ont donné à l'analyse les résultats suivants :

Juin 1932		Août 1932		Octobre 1932	
CO^2	3,6	CO^2	5	CO^2	4,2
SO^2	5,5	SO^2	4,8	SO^2	2,6
N	74	N	73,8	N	76
O	16,5	O	16,2	O	17
H Cl : traces		H Cl : traces		H Cl : traces	
Gaz combustible : néant		Gaz combustible : néant		Gaz combustibles : néant	
Température : 180°		Température : 180°		Température : 165°	

Décembre 1932		Février 1933		Juin 1933	
CO^2	5,6	CO^2	5,5	CO^2	5,4
SO^2	1,7	SO^2	1,4	SO^2	1,5
N	76	N	76	N	76
O	16,6	O	17	O	17
Température : 130°		Température : 120°		Température : 118°	

Décembre 1933		Février 1934	
CO^2	6	CO^2	6,2
SO^2	0,9	SO^2	0,8
N	76,5	N	76,4
O	16,5	O	16,3
Température : 118°		Température : 116°	

Les analyses n'ont décelé aucune trace de gaz combustible.

Topographie du sommet

Dans le cours de l'année 1933 et au début de 1934, nous avons établi à l'aide d'un théodolite une topographie sommaire du sommet de la Montagne Pelée. Aucun des repères établis en 1907 par les lieutenants Bousquet et Tourbiez n'a été retrouvé. Nous avons donc pris des points plus éloignés susceptibles de ne pas changer : sommets des Mornes La Croix, Macouba, Paillasse, Lénard, Plumet, Petit Bonhomme. Le premier lever fait ainsi rapidement est celui que nous présentons ici. Un travail plus précis donnera toutes les côtes et toutes les distances des divers points intéressants (Voir page 137).

Récapitulation

Si l'on récapitule les différentes phases de l'éruption de 1929 à 1933, on aboutit aux renseignements ci-dessous :

Première phase (23 août-16 septembre 1929). — Accentuation de l'activité fumerolienne. Dégagements sulfhydriques, puis sulfureux.

Deuxième phase (16 septembre-20 novembre 1929). — Eruptions vulcaniennes : projection de blocs de roches anciennes. Débouchage du volcan.

Troisième phase (20 novembre 1929-février 1930). — Emission de magma neuf avec production de nuées ardentes. Transport à distance de produits émis.

Quatrième phase (février 1930-janvier 1933). — Emission tranquille de magma : accumulation sur place, édification du nouveau dôme. Manifestations secondaires : érosions, pseudo-nuées.

Cinquième phase (depuis janvier 1933). — Entrée dans la phase solfatarienne.

II. — LA SURVEILLANCE DU VOLCAN

Le manque de renseignements précis sur le début de l'éruption de la Montagne Pelée en 1929, la soudaineté des phénomènes violents sans avertissements préalables montrèrent la nécessité d'un établisse-

ment scientifique surveillant en permanence toutes les manifestations du volcan.

La création d'un Observatoire volcanologique fut donc décidée et son organisation confiée à une commission d'éminents savants : MM. A. Lacroix, Maurain, Rothé, Hubert, Arsandaux.

De l'expérience acquise au cours des deux dernières éruptions, il résultait de suite qu'une installation importante avec un matériel coûteux ne pouvait être édifiée sur les flancs mêmes de la Montagne Pelée.

Après une étude minutieuse de la topographie de la région, la construction de l'observatoire fut fixée à l'emplacement du poste d'observation du Morne des Cadets choisi par M. A Lacroix en 1902. De ce point remarquablement situé, à 510 mètres d'altitude, on embrasse tout le massif de la Montagne Pelée.

Pour des raisons d'ordre matériel : exiguité du terrain, manque d'eau courante, etc., les laboratoires de chimie, les collections, bibliothèques archives sont installés à Fort-de-France, à côté de l'établissement central météorologique.

En plus de ces organisations fixes et définitives, tout a été prévu pour effectuer les recherches sur le terrain et aménager un abri solide qui facilitera les observations sur place.

Une éruption est une manifestation externe momentanée d'une activité interne permanente. Comment la prévoir ? Quels sont les signes auxquels il faut prêter plus particulièrement attention pour la diagnostiquer ? Comment se déclenche cette poussée ? Pourquoi s'arrête-t-elle ? Pourquoi recommence-t-elle ? Autant de questions qui seraient à résoudre pour fixer les lois de la volcanologie. Pour l'instant, nous ne possédons que des notions vagues et souvent contestées sur la profondeur à laquelle se forment les roches ignées et nos connaissances sur l'origine du volcanisme restent fort hypothétiques.

Les seuls faits nettement connus sont les manifestations extérieures, variables du reste d'une éruption à l'autre, variables également au cours d'une même éruption comme on a pu le constater d'une façon particulière à la Martinique.

En ce qui concerne la Montagne Pelée, les phénomènes paroxysmaux, les « nuées ardentes » partent des flancs d'un dôme dépourvu de cratère permanent. Les gaz s'accumulent sous un point de moindre résistance du dôme et quand leur tension est suffisante, ils s'ouvrent un passage, refermé presqu'aussitôt, projetant violemment une nuée gazeuse extrêmement riche en matériaux solides (blocs de toutes dimensions, cendres, lapilli). Des examens attentifs des deux derniers cycles éruptifs, par M. A. Lacroix pour celui de 1902-1903, par MM. Arsandaux, Boutin et Revert pour celui de 1929, il ressort que les éruptions ne sont pas nécessairement annoncées par des phénomènes précurseurs identiques et nets, que d'autre part la soudaineté violente des nuées et leur rythme irrégulier rendent dangereuse l'observation sur place pendant une accalmie.

Les moyens d'investigation donnés à l'observatoire devaient donc être prévus de façon à fournir la possibilité :

1° De suivre l'activité interne du volcan qui prépare et précède l'éruption ;

2° De suivre en toute sécurité l'évolution des manifestations violentes au cours de l'éruption.

Les procédés habituels de surveillance, tout en restant très utiles, ont paru cependant devoir être insuffisants. Aussi, à la suite d'une enquête entreprise par M. H. Hubert en 1929 et 1930, relativement à l'intérêt que pourrait présenter l'application de méthodes analogues à celles employées pour la prospection géophysique, la Commission chargée de l'organisation de l'Observatoire de la Martinique proposait-elle au Ministre des Colonies d'ajouter aux procédés d'investigation en vigueur dans les observations volcanologiques l'utilisation de ces méthodes nouvelles. Des fonds, votés par le Parlement, ont permis l'acquisition et la mise en place du matériel nécessaire.

On résumera, dans les pages suivantes, les dispositions actuellement prises pour l'étude du volcan.

1° Mesures visuelles

L'observation visuelle permanente du volcan se place évidemment en première ligne parmi les moyens d'investigation utilisés.

L'Observatoire a été doté de lunettes, télémètres, appareils photographiques et cinématographiques braqués en permanence sur la Montagne Pelée. Cette méthode d'investigation a malheureusement contre elle la discontinuité de visibilité du dôme, presque toujours masqué par d'importantes masses nuageuses (1).

(1) Les chiffres ci-dessous indiquent le nombre de jours, par mois, où la Montagne Pelée a été découverte complètement au moins pendant quelques minutes :

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1930 ..	6	17	20	7	10	7	1	8	10	14	20	6
1931 ..	10	15	23	16	19	13	10	6	17	13	18	2
1932 ..	12	11	17	11	14	9	9	13	23	19	5	8
1933 ..	5	6	11	14	11	11	5	19	15	21	11	2

En dépit des difficultés rencontrées, des faits intéressants peuvent être constatés à tout instant sur l'activité des fumerolles, la variation de leurs panaches de vapeur, sur le rythme plus ou moins rapide de leurs pulsations.

En 1929, dès la première phase de l'éruption, M. Arsandaux avait déjà remarqué « que le volcan se découvrait généralement un peu avant la production des explosions vulcaniennes ». Beaucoup d'autres remarques importantes peuvent être également faites.

2° Examen des bruits

Les grosses éruptions sont précédées de bruits sourds : grondements, bourdonnements, sifflements plus ou moins intenses et plus ou moins prolongés.

L'écoute de ces bruits est poursuivie maintenant grâce à des microphones installés dans la salle d'observation.

M. A. Lacroix signale qu'en 1902 de forts grondements, perceptibles dans un rayon de dix kilomètres, précédaient généralement le départ des nuées ardentes. Il semble qu'en 1929, par contre, aucun bruit n'annonçait les émissions de nuées.

3° Examen des températures et mesures géothermiques

Un des faits les plus marquants dans la période qui précède une reprise d'activité notable est l'élévation générale des températures des sources, du sol et des fumerolles.

Une étude régulière des températures au voisinage du sol dans toute la région de la Montagne Pelée a donc été entreprise. Elle est facilitée par le vacillement anormal de l'air chaud, au lever du soleil, au-dessus des points à température exceptionnelle. Actuellement, les seuls endroits chauds existants sont situés sur le dôme et aux abords immédiats de la Caldeira, sur le plateau des Palmistes (1). Quant aux fumerolles, leur température est prise très régulièrement ; dans l'ensemble, celle-ci a légèrement diminué depuis deux ans.

Un accroissement de la température en corrélation avec un changement dans la composition des produits émis sera, à notre avis, un des signes les plus probants d'une reprise d'activité interne.

Il est certain qu'à une profondeur de 15 mètres, les variations extérieures de température ne se font plus sentir.

Dans une région volcanique, on pourra donc admettre que seule la chaleur interne est susceptible d'influencer un thermomètre sensible placé à cette profondeur dans le sol. On sera alors amené à déduire une diminution de l'activité volcanique si le degré géothermique décroît ; au contraire, une augmentation, une reprise d'activité s'il croît.

Il serait sans doute intéressant d'installer les thermomètres ultrasensibles dans un réseau serré de forages de 15 à 20 mètres de profondeur. Mais il est probable que les élévations de température des couches profondes sont plus facilement mises en évidence par les émanations gazeuses. Aussi s'est-on contenté d'envisager tout d'abord la mise en place de cinq de ces thermomètres (un sur le vieux dôme, un dans le lit de la haute Rivière Claire, un sur le Morne Saint-Martin et deux sur le plateau des Palmistes).

Les points à mettre en évidence sont l'ordre de grandeur de l'élévation du degré géothermique et la rapidité de propagation de la chaleur d'une masse en ignition s'élevant lentement.

Un calcul relativement simple, basé sur la théorie classique de la conductibilité thermique, montre qu'une variation de 1/100 de degré se produirait à peine à une profondeur de 30 mètres et, au bout de nombreuses années, pour une élévation de 1 km. de la masse de lave en ignition supposée à quelques kilomètres de profondeur. Les faits observés permettent donc d'établir que la propagation de chaleur, lors d'une poussée éruptive, se fait surtout par convection. Aucun chiffre précis n'a été déterminé jusqu'à ce jour, mais il n'est pas excessif d'escompter une augmentation de quelques centièmes à quelques dixièmes de degré par semaine dans une période de poussée volcanique intense. L'expérience montrera seule, toutefois, si le dispositif prévu est efficace.

4° Examen des produits émis par les fumerolles

En période d'activité faible ou de repos d'un volcan, les émissions gazeuses et les dépôts salins des fumerolles sont à peu près les seules manifestations extérieures intéressantes à suivre. Une modification dans le régime de ces émissions traduit, en effet, des variations de l'activité interne.

C'est ainsi que, pendant la période d'activité faible, les fumerolles sont sulfhydriques ou simplement alcalines ; elles donnent des dépôts de soufre

(1) Jusqu'en 1932, on avait pu en constater dans la région du Morne Lénard.

ASPECTS SUCCESSIFS DU NOUVEAU DÔME

Fig. 9. — 19 février 1930 ; Fig. 10. — 25 mai 1930 ; Fig. 11. — 12 août 1930 ; Fig. 12. — 1er oct. 1930 ; Fig. 13. — 31 mai 1931 ; Fig. 14. — 18 nov. 1931 ; Fig. 15. — 9 déc. 1931 ; Fig. 16. — 20 mars 1932.

et des dépôts de sels alcalins ; leur température est inférieure à 100°.

Avec le réveil du volcan, cette température augmente et les fumerolles deviennent sulfureuses, souvent aussi elles émettent des gaz combustibles.

Le pourcentage de certains gaz étant lié à l'intensité de l'exhalaison, on peut se rendre compte si l'on se rapproche plus ou moins de la période explosive.

C'est pourquoi des prélèvements de gaz sont faits régulièrement par le service de Physique du Globe de la colonie. Ces gaz sont analysés au laboratoire de chimie annexé à l'Observatoire.

Pour recueillir les gaz aux bouches des fumerolles, on procède par les méthodes habituelles, sur l'eau, le mercure ou dans des tubes scellés vides d'air. Les analyses sont faites sur la cuve à mercure.

Le laboratoire de l'Observatoire est également muni de tous les accessoires nécessaires à la confection et à l'examen des lames minces de roches. Les études minéralogiques effectuées sur les produits émis au cours des éruptions sont susceptibles de fournir de précieuses indications sur le mécanisme de formation du dôme, ainsi que l'a montré M. A. Lacroix à propos de l'éruption de 1902.

Signalons encore que le laboratoire de l'Observatoire est muni des appareils utiles aux recherches des éléments radioactifs qui peuvent provenir de la profondeur.

5° Observations de l'activité des volcans voisins

La chaîne des petites Antilles possède une suite de volcans : Soufrières de Saint-Vincent, de Sainte-Lucie, Montagne Pelée, Soufrières de la Dominique, de la Guadeloupe, de Saint-Christophe présentant toujours une certaine activité fumerollienne.

La parenté des roches émises par ces volcans ayant été mise en évidence par M. A. Lacroix, la provenance d'un même magma est donc probable. Les observations antérieures n'ont toutefois montré aucune relation nécessaire entre les éruptions de ces différents appareils. Il est possible, cependant, qu'une série d'observations plus approfondies viennent apporter des idées nouvelles à ce sujet.

6° Mesures de gravité

Avec les mesures de gravité, nous abordons les études géophysiques proprement dites. On sait qu'il y a anomalie de gravité en un point lorsque la verticale géodésique fait un certain angle avec la verticale vraie ; cet angle, toujours très petit, n'est cependant jamais nul.

Or, les anomalies de gravité proviennent de masses perturbatrices : irrégularités du relief ou anomalies dans la constitution du sous-sol. Ces dernières se produisent nécessairement au moment d'une éruption, du fait des déplacements internes du magma. Des variations de la valeur de la gravité sont donc susceptibles de mettre en évidence le déplacement de masses souterraines. Sans doute, pour la période d'accalmie dans laquelle nous semblons entrer, le degré de précision à atteindre pour mettre en évidence des déplacements de matériaux solides dépasserait la sensibilité des appareils. Il est cependant nécessaire de déterminer, dès maintenant, la valeur de la gravitation dans la zone considérée, pour mettre plus aisément les variations de cette valeur au cours d'un nouveau cycle éruptif.

On rappellera ici que les mesures de gravitation ont déjà donné des indications utiles au sujet des émissions de laves du Kilauea (1).

7° Mesures magnétiques

Les anomalies du champ magnétique en un point du globe sont, comme les anomalies de gravitation, dues à la présence de masses perturbatrices internes.

La détermination des éléments magnétiques pour un réseau de points dans la région du volcan facilitera l'étude des variations comme pour le champ de gravitation. En tenant compte des variations régulières normales, on pourra déduire la part qui doit revenir aux éléments perturbateurs locaux et, en particulier, aux déplacements des laves, matériaux magmétiques.

Ces variations étant facilement mesurables et ne nécessitant pas des appareils coûteux, l'Observatoire volcanologique de la Montagne Pelée a été doté de tout le matériel nécessaire.

Des enregistreurs, construits par la maison Carpentier, de Paris, ont été installés sur l'une des crêtes du Morne des Cadets, à 300 mètres environ du reste de l'Observatoire, loin de toute ligne de courant et de toute installation électrique importante. Pour les observations à époques régulières sur le terrain, ainsi que pour les mesures absolues à station fixe, on utilise un théodolite magnétique

(1) Les mesures de gravité, ainsi que les inscriptions des sismographes et des magnétographes, fournissent également des renseignements précieux pour la prévision des tremblements de terre.

de Chasselon et une boussole d'inclinaison du même constructeur. L'ensemble est déjà complété par un inclinomètre à induction et par des variomètres Schmidt permettant des levers fréquents et rapides de toute la région.

8° Mesures séismiques

Les violentes éruptions sont généralement précédées et accompagnées de frémissements du sol, de petits séismes locaux. Fouqué, au sujet des éruptions de l'Etna en 1883, note déjà les faits suivants :

« Plusieurs jours avant une éruption, les tromo-
« mètres de l'Observatoire de Catane commencent
« à se mouvoir plus vivement, on dirait qu'une
« sourde inquiétude les agite ; puis, les vibrations
« microscopiques s'accentuent ; elles sont très mar-
« quées et presque continues pendant tout le temps
« que l'explosion est imminente. Aussitôt celle-ci
« produite, elles présentent seulement des exacer-
« bations violentes séparées par des intervalles de
« repos relatif. Le calme domine pendant toute la
« période éruptive. Enfin, lorsque la lave cesse de
« couler, quelques maxima d'intensité se produisent
« encore au moment des derniers dégagements de
« gaz violemment effectués ; puis, tout rentre dans
« un état de tranquillité plus ou moins durable. »

On sait, cependant, qu'en ce qui concerne la Montagne Pelée, M. A. Lacroix a montré que l'éruption de 1902 n'a pas été accompagnée de phénomènes séismiques (1). La question se pose sans doute autrement si, au lieu de considérer des tremblements de terre proprement dits, on ne considère plus que des vibrations très courtes du sol, comme celles que peuvent mettre en évidence les appareils ultra-sensibles qu'on construit aujourd'hui. On pourrait sans doute répartir utilement ceux-ci autour du volcan.

Toutefois, avant d'entreprendre une semblable installation, il a paru nécessaire de pousser l'étude séismique de la région. A cet effet, l'Observatoire a été doté des appareils suivants :

1° Deux séismographes 450 kgs S. O. M., type du Bureau Central séismologique français ;

2° Un Galitzine vertical, en attendant la possibilité de lui adjoindre les deux composantes horizontales ;

3° Enfin, un grand séismographe Quervain-Piccard de 20 tonnes. Ce gros appareil, installé sur les conseils de M. Rothé, doit permettre l'inscription des explosions internes du volcan. « Un tel instrument, nous dit M. Rothé, indique à Strasbourg les moindres variations dans la vie industrielle, les plus petites explosions dans la banlieue ; je crois, sans pouvoir encore l'affirmer d'une manière absolue, que nous inscrivons à Strasbourg la série de tous les petits mouvements des failles rhénanes ou les détentes des couches géologiques comprimées dans les Vosges ».

Tous ces appareils sont installés dans des caves à température constante, sur de larges piliers en maçonnerie faisant corps avec la masse rocheuse du Morne des Cadets.

9° Mesures des courants telluriques

Les différences de température et les actions électro-chimiques qui se produisent lors d'une variation interne de l'activité volcanique doivent avoir une forte influence sur la valeur et sur la répartition des courants telluriques dans la région.

Comme on n'a aucune idée précise de la variation du potentiel au sol qui peut accompagner une reprise d'activité volcanique, il faut, avant toute installation définitive et coûteuse, faire une recherche rapide sur l'existence de ces courants, leur intensité, leur direction et leurs points d'émergence. Aucune étude de ce genre n'a pu encore être entreprise. Mais l'aménagement prochain de l'abri prévu près du dôme, sur le plateau des Palmistes, permettra l'installation de lignes de courants telluriques que l'on modifiera progressivement en grandeur et direction en fonction du développement de nos connaissances sur la question. Les résultats obtenus seront comparés aux valeurs données par deux lignes fixes, au Morne des Cadets de mille mètres environ, suivant les directions Nord-Sud et Est-Ouest.

L'utilisation de courants électriques artificiels dans le sol pourrait donner aussi des résultats intéressants, comme c'est le cas pour la prospection minière. A cause de sa simplicité et de son économie, le

(1) « Il ne s'est produit aucun tremblement de terre en
« coïncidence avec les paroxysmes. Les très nombreuses
« secousses ressenties à Saint-Vincent au cours de l'éruption
« ont été d'un caractère tout local et non destructives. On
« retrouve donc, dans les Petites Antilles, cette indépendance
« entre les grands phénomènes de la volcanicité et de la
« séismologie déjà constatée dans nombre de régions.

« A Saint-Vincent, les signes prémonitoires de l'éruption
« actuelle ont été essentiellement constitués par des tremble-
« ments de terre et de sourds grondements intérieurs de la
« Montagne de la Soufrière. Ces tremblements de terre se sont,
« en outre, répétés à chaque paroxysme, alors qu'à la Marti-
« nique ce genre de phénomènes n'a eu aucune importance ».
A. Lacroix, *La Montagne Pelée et ses éruptions.*

courant continu semble préférable au courant alternatif.

En principe, avec deux électrodes verticales fixes amenant le courant, il suffirait de suivre dans le temps les variations de la distribution des surfaces équipotentielles pour chercher s'il y a une liaison avec les autres phénomènes observés.

Nous réservons toutefois cette étude pour l'avenir, lorsque les nombreux aménagements en cours seront au point et lorsque le personnel scientifique de l'Observatoire sera suffisamment nombreux pour effectuer le dépouillement et l'interprétation de tous les phénomènes enregistrés.

10° Mesures de l'ionisation de l'air de sa radioactivité et du champ électrique atmosphérique

Pendant une éruption des variations notables de l'ionisation de l'air, de sa radioactivité, de la valeur du champ électrique atmosphérique doivent se produire sous l'action des produits divers émis : gaz, vapeurs, poussières. Mais, pour la période d'activité exclusivement interne, aucune expérience n'a encore été faite et la liaison entre les résultats obtenus et le volcanisme ne pourrait peut-être pas être mis de suite en évidence. Ces mesures vont, toutefois, être entreprises. Les dispositifs utilisés seront analogues à ceux établis à l'Institut de Physique du Globe de Paris (Station du Val-Joyeux), par MM. Maurain et Salles.

De toutes ces méthodes, il n'est pas possible de dire, à l'heure actuelle, quelles sont celles qui traduiront le plus fidèlement les variations des phénomènes volcaniques.

On peut être assuré toutefois qu'il sera possible de mettre en évidence une corrélation élevée entre les variations de certains facteurs examinés et celle de l'activité du volcan. Par conséquent, les variations brusques, les accroissements insolites, l'aggravation du mouvement des enregistreurs concernant ce facteur seront déjà des indices de l'imminence d'un danger. A plus forte raison, de l'utilisation combinée des diverses méthodes mentionnées, on peut être assurée de pouvoir conclure, au moins empiriquement, à l'approche d'une nouvelle éruption.

III. — DISPOSITIONS PRISES POUR LA SÉCURITÉ DE LA RÉGION MENACÉE

La surveillance de la Montagne Pelée étant ainsi organisée, il était nécessaire de prévoir également des mesures pour le cas où le danger d'une éruption serait imminent.

En 1902, la vitesse (150 m/sec.) avec laquelle s'est déplacée la nuée ardente qui détruisit Saint-Pierre était un phénomène insoupçonné ; on espérait avoir toujours le temps de fuir sous une pluie de cendre ou avant l'arrivée d'une coulée de lave.

La catastrophe du 8 mai 1902 ne se reproduira plus.

Les signes précurseurs enregistrés par l'Observatoire permettront toujours de prendre à temps les dispositions nécessaires pour mettre la population hors de danger. Les dégâts matériels ne seront jamais évités, mais les vies humaines seront épargnées.

Dès 1903, après les grosses phases éruptives de la Montagne Pelée, la population commença à revenir dans la région. En 1906, la vie reprit à Saint-Pierre même, les premières maisons y furent reconstruites ; la commune supprimée après sa destruction en 1902 fut rétablie en 1923 (loi du 20 mars).

Les recensements officiels de 1921 et de 1927 ont donné les chiffres suivants :

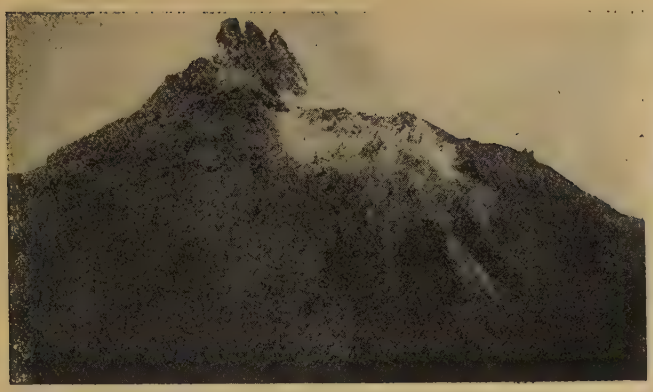
Communes	Population en 1921	Population en 1927
Basse-Pointe	6.125	3.272
Grand'Rivière	1.102	1.056
Macouba	2.517	1.326
Ajoupa-Bouillon ..	1.246	1.328
Morne-Rouge	3.524	3.743
Prêcheur	3.004	3.009
Saint-Pierre	2.505	3.255

En 1929, c'est à 8.000 environ qu'il faut évaluer le nombre de personnes évacuées.

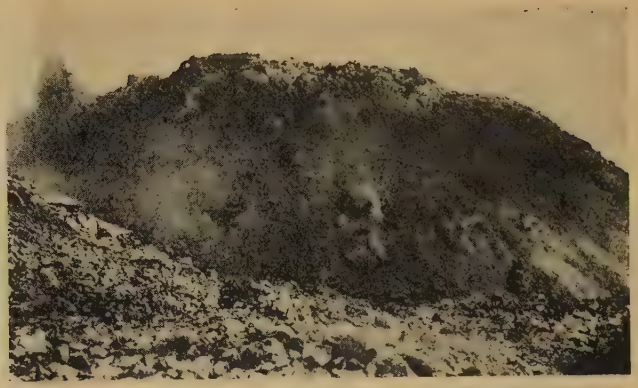
Les habitants furent autorisés à regagner leurs communes à partir de mars 1930. En juillet 1930, on avait déjà 1.900 habitants à Saint-Pierre, 1.700 au Morne Rouge, 1.100 à Ajoupa-Bouillon, 250 au Prêcheur.

Et, au recensement de juillet 1931, on avait la nouvelle répartition suivante de la population :

17



18



19

20

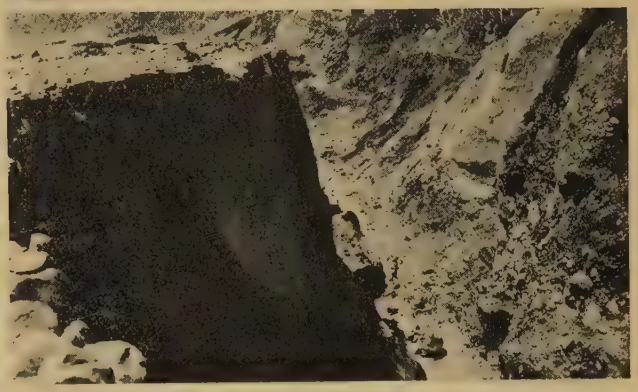


Fig. 17. — L'aiguille vue de la Petite Savane (mars 1931)
Fig. 19. — Bloc tombé sur le versant ouest

Fig. 18. — Le nouveau dôme
Fig. 20. — Ravin creusé par les pluies dans la zone dévastée

Fig. 21. — Limite des nuées en 1929

Fig. 22. — Le dôme, vu du large, en avant du Champ de Cendres

Communes	Nombre de maisons	Nombre d'individus
Basse-Pointe	945	3.365
Grand'Rivière	166	1.146
Macouba	415	1.811
Ajoupa-Bouvillon .	312	1.156
Morne Rouge.....	683	3.529
Prêcheur	218	985
Saint-Pierre	848	3.378

On pouvait estimer, en janvier 1934, une nouvelle augmentation de 3 à 400 habitants pour Saint-Pierre et de 250 à 300 pour le Morne Rouge.

Si l'on tient compte que quelques hameaux importants d'Ajoupa-Bouillon et du Morne Rouge ne sont pas directement exposés (1.500 à 2.000 personnes) à l'heure actuelle, c'est encore une population de 7.500 à 8.000 individus qui vit sous la menace du volcan (1).

Les modifications topographiques apportées par les dernières éruptions aux flancs de la Montagne Pelée font que la zone dangereuse s'étend du Prêcheur (hameau de Abymes) à Ajoupa-Bouillon (quartiers du bourg), la partie la plus menacée allant de Fonds Canonville à la Rivière des Pères (région complétement inhabitée) et de Saint-Pierre au Morne Rouge.

Avant 1929, la zone volcanique était desservie par les routes et chemins suivants :

1° Route du Lorrain à Grand'Rivière, par Basse-Pointe et Macouba ;

2° Route de Basse-Pointe à Saint-Pierre, par Ajoupa-Bouillon et le Morne Rouge ;

3° Route de Saint-Pierre à Fonds Saint-Denis ;

4° Route de Saint-Pierre au Carbet ;

5° Chemins de Saint-Pierre à l'anse Céron, par le Prêcheur et de Saint-Pierre au Parnasse ;

6° Chemins du Morne Rouge à Champ Flore, et du Morne Rouge à la Propreté.

Sur la carte, on voit que, pour échapper au danger, les habitants du Prêcheur ne pouvaient que se diriger vers l'anse Céron ou prendre la mer. De Saint-Pierre, il fallait passer par le Carbet ou par la mer. Des quartiers parsemés sur le chemin de Saint-Pierre au Parnasse, on ne pouvait fuir que vers Champ Flore ou à travers les mornes vers Fonds Saint-Denis. Les habitants du Morne Rouge devaient nécessairement se diriger par un mauvais chemin vers la Propreté ; en voulant passer par Saint-Pierre ou l'Ajoupa-Bouillon, ils se seraient trouvés pendant plusieurs kilomètres sous la menace directe du volcan.

Pour donner à tous les moyens de quitter la région en emportant mobilier et bétail, des chemins nouveaux étaient nécessaires.

Après quelques hésitations sur le choix des parcours à adopter, on s'est arrêté à un ensemble de nouvelles routes qui, tout en permettant une évacuation des centres menacés, présentera un intérêt économique réel.

Les dispositions suivantes ont été prises :

1° Mise en état des routes déjà existantes ;

2° Ouverture d'une route de la Propreté à Deux-Choux, en prolongement du chemin Morne-Rouge-Propreté ;

3° Raccord du chemin du Parnasse à la nouvelle route précédente ;

4° Aménagement du sentier passant par le col Yan-Ting vers Fonds Saint-Denis ;

5° Aménagement de la piste allant au delà du Prêcheur, jusqu'à l'ance Céron.

Le réseau routier sera complété sous peu par des appontements à Saint-Pierre, au Carbet et peut-être également au Prêcheur. Les deux premiers sont en construction. Bâtis sur des pieux en palplanches métalliques, on les a orientés de façon à permettre l'accostage rapide par des bateaux calant jusqu'à 4 mètres.

Des abris refuges en bois avaient été construits fin 1929 pour loger un grand nombre de sinistrés laissés sans ressource. Ces refuges furent ainsi répartis :

3 au Carbet, pouvant loger 375 personnes,
2 à la Propreté, pour 300 personnes,
2 à Fonds Saint-Denis, pour 300 personnes,
2 à Fonds d'Or (Marigot), pour 225 personnes.

1.500 personnes étaient hospitalisées dans les casernes de Fort-de-France, de Balata et de Colson. 2.800 à 3.000 personnes s'étaient logées par leurs propres moyens au chef-lieu et dans les autres communes.

Aujourd'hui, c'est à un minimum de 5.000 personnes qu'il faudrait venir en aide si une évacuation de la zone volcanique était jugée nécessaire. 2.700 places sont déjà prêtes, il en reste à prévoir environ 2.300. Tenant compte de la répartition de la population et des chemins qui lui sont offerts pour fuir, on a proposé la construction de nouveaux logements en béton armé à l'Anse Couleuvre pour le Prêcheur, près de ceux qui existent déjà.

(1) Les bourgs de Basse-Pointe, Grand'Rivière et Macouba ne sont pas dans la zone menacée directement.

La prudence absolue eût été évidemment de faire « la part du feu », en évitant la réinstallation de fortes agglomérations dans toute la zone menacée.

Mais que faire contre la volonté obstinée d'une population désireuse de se maintenir sur place, dans une région fertile, favorable à la petite culture vivrière et qui contient plusieurs centaines d'hectares de canne à sucre ?

Le refus par les habitants du Prêcheur de voir déplacer leur bourg a été bien significatif en 1930.

Afin de permettre la continuation de la vie économique de la région, l'administration locale a donc aidé à la construction de bâtiments d'édilité : écoles, mairies, dispensaires.

Mais le danger n'en est pas moins tout proche et seule l'attention soutenue avec laquelle le volcan est surveillé permet à la population d'oublier que sa sécurité présente n'est que temporaire.

A. ROMER.

Ingénieur-météorologiste,
Chef du Service de Physique du Globe
de la Martinique.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE DES OUVRAGES ET ARTICLES RELATIFS A LA MONTAGNE PELÉE PARUS DEPUIS 1908

1918. GIRAUD. *Esquisse géologique de la Martinique.*

1919. A. LACROIX. *Dacites et dacitoides à propos des laves de la Martinique* (C. R., p. 297).

1924. SIMON. *La Montagne Pelée, de 1904 à 1924* (Rapport).

1926. A. LACROIX. *Les caractéristiques lithologiques des Petites Antilles.* Livre jubilaire du Cinquantenaire de la Société géologique de Belgique, p. 387.

1929. Chronique du volcan par TARDON (Publié dans le journal *La Paix*, à Fort-de-France).

1930. ARSANDAUX. *Sur l'éruption actuelle de la Montagne Pelée* (C. R. Ac. Sc. t. 190, p. 761 et t. 191, p. 623).

— ARSANDAUX. *L'éruption actuelle de la Montagne Pelée* (Congrés des Sociétés Savantes, Alger).

PHILEMON, *La Montagne Pelée.*

1931. ARSANDAUX. *Sur l'éruption actuelle de la Montagne Pelée* (C. R. Ac. des Sc., t. 192, p. 1258).

REVERT, *La Montagne Pelée et ses dernières éruptions* (*Annales de Géographie*, N° 225).

F. A. PERRET. *Le nouveau dôme de la Montagne Pelée* (C. R. Ac. des Sc., t. 193, pp. 1342 et 1439).

PHILÉMON. *Galeries Martiniquaises.*

1932. ARSANDAUX. *Sur l'évolution morphologique du dôme de la Montagne Pelée* (C. R. Ac. des Sc., t. 194, pp. 294, 1932.

ROMER. *L'état actuel de la Montagne Pelée* (C. R. Ac. des Sc., t. 195, p. 393.

1933. ARSANDAUX. *Sur l'origine du dôme secondaire de la Montagne Pelée* (C. R. Ac. des Sc., t. 196, p. 57.

1934. ARSANDAUX. *L'éruption de la Montagne Pelée en 1929.* (*Rev. scientif.* 72, p. 248).

Les éruptions de 1931-1934 à la Réunion

I. — L'ÉRUPTION DE 1931

Du 29 au 31 juillet 1931, nous avons visité, en compagnie de MM. G. Biberon, chef du Service des Eaux et Forêts ; Dietrich, directeur de la S. H. E. R., et Kopp, directeur de la Station Agronomique, le massif de la Fournaise, afin de faire toutes observations utiles se rapportant à l'éruption qui venait d'entrer dans sa phase paroxysmale.

LES DIFFÉRENTES PHASES DE L'ÉRUPTION

a) La première phase commence en janvier pour prendre fin dans la deuxième moitié de juin. Elle est marquée par une activité discontinue du volcan ; il n'y a, le plus souvent, que de légères émissions de fumerolles, et de faibles coulées invisibles de la route. La plus forte manifestation de cette période s'effectue le 14 juin. De vives lueurs s'observent dans la Plaine des Osmondes. Des coulées se déversent dans le Trou Caron et se figent à environ un millier de mètres de la route. Pas de détonations. Ce ne sont là, en somme, que des faits auxquels on était habitué depuis fort longtemps. Cependant, on observe à la Plaine des Cafres une chute de « cheveux de Pélé » en même temps que la végétation paraît roussie.

b) Après une période où le volcan semble devoir cesser d'être actif, on observe de nouveau vers la mi-juillet de vives lueurs sur le massif de la Four-

naise; il y a chute de cendres accompagnées de « cheveux de Pélé »; à partir du 20 juillet, de fortes émissions de laves s'effectuent et cela avec une ampleur telle que la présente éruption peut être considérée comme unique dans les annales du volcan de la Réunion; relativement fluides et constamment alimentées par le cratère, elles atteignent quatre fois la mer. La première coulée a traversé la route nationale, au kilomètre 71,500 environ, le 20 juillet, à 21 h. 45, et arrivait à la mer à 2 heures. La lave progressait par bonds de 5 à 20 mètres; celui qui fit traverser la route fut de « 40 m. en 5 secondes, couvrant la route nationale au même moment d'un mètre d'épaisseur sur 50 mètres de largeur; dans les 10 secondes suivantes, la lave montait à 2 mètres d'épaisseur » (1). Enfin, l'arrivée à la mer provoque la formation de nuages de vapeur s'élevant en volutes épaisses et blanches au-dessus de la coulée.

Du 21 juillet au 4 août, de fortes coulées s'observent. Elles vont aussi bien au Trou Caron qu'elles déferlent sur les Grandes Pentes. Le rempart des Osmondes est constamment sillonné de cascades rouges de lave. Le 24 juillet, des cendres et des cheveux de Pélé tombent sur le Bois-Blanc; enfin, dans la nuit du 4-5 août, une coulée franchit pour la deuxième fois la route nationale au kilomètre 72 environ; une vingtaine de mètres la sépare en ce point de la première, qu'elle rejoint un peu au-dessous pour arriver à la mer vers 14 heures le 5 août.

Le 6 août, une coulée d'allure très vive traverse pour la troisième fois la route à 10 h. 15 et arrive à la mer vers 12 heures. Elle est le siège d'un grand nombre de détonations, surtout près de la mer. Le fait se renouvelle une quatrième fois dans les journées du 14-15-16 août; enfin, les dernières laves émises se déversent directement sur les Grandes Pentes (2) et se figent avant d'atteindre la route.

c) La troisième et dernière phase peut partir du 19 août; elle est marquée par la disparition des lueurs, tandis que des fumées épaisses s'élèvent des laves les plus récentes. Le volcan cesse d'être actif.

En résumé, les coulées qui ont traversé la route s'étalent du km. 71,500 au km. 73 environ. Elles sont superposées ou étroitement accolées en amont de la route. Elles ont eu tendance à se séparer avant de franchir cette dernière, de manière à la traverser à peu près parallèlement les unes aux autres. Il est évident que la coulée précédente a toujours fait obstacle à la progression de la suivante, obligeant celle-ci à dévier vers le Sud-Est. A l'heure actuelle, les laves amoncelées sur la route représentent une hauteur moyenne de 6 à 8 mètres. Nous avons la conviction que cette hauteur est largement dépassée au fur et à mesure que l'on se rapproche du rempart des Osmondes (1), en raison de la superposition des coulées — certaines d'entre elles n'étant d'ailleurs pas arrivées à la mer.

(1) Rapport du Chef de brigade de gendarmerie de Sainte-Rose.

(2) Nous entendons par Grandes Pentes la partie du rempart qui, partant du Trou Caron (inclus) rejoint les flancs du massif de la Fournaise.

Observations faites au cours de la mission

Au cours de notre mission, nous nous sommes livré à deux séries d'observations sur le rempart du Bois-Blanc (Voir croquis page 149).

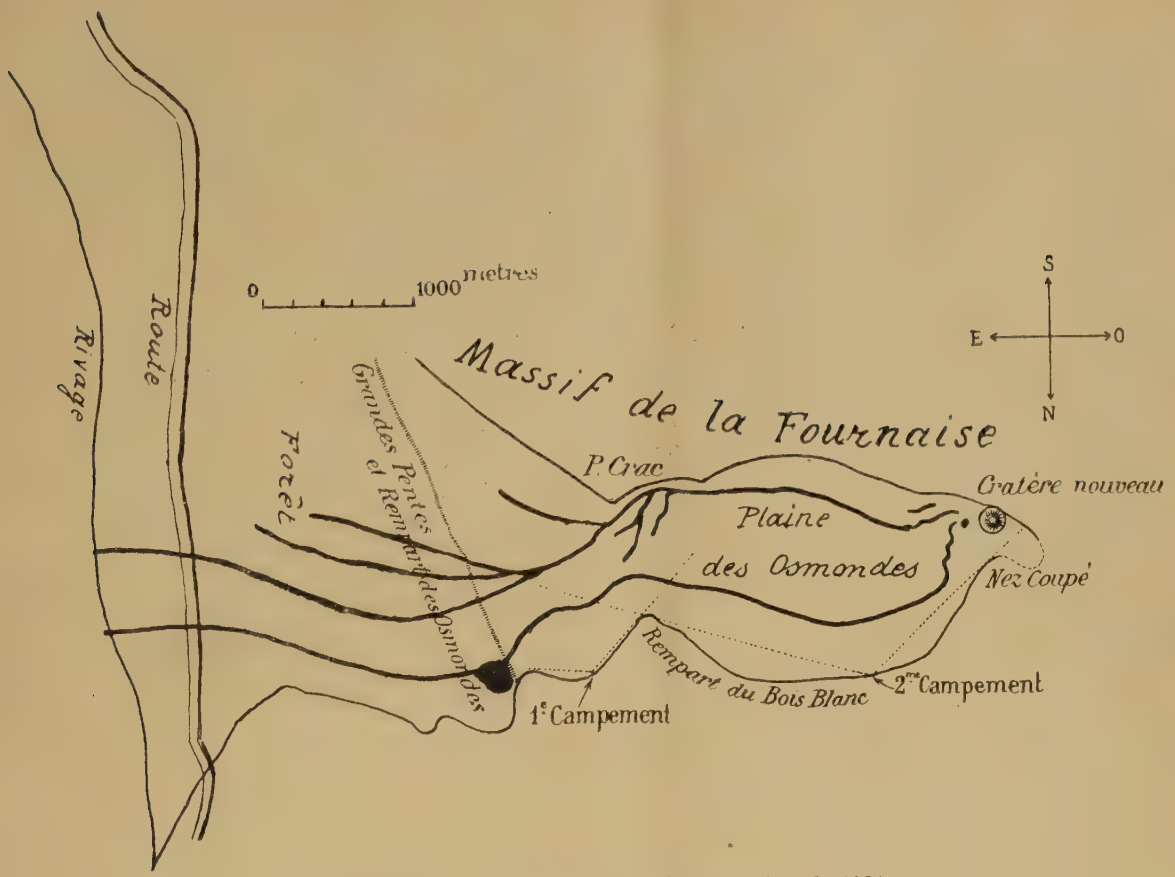
1° De notre premier poste d'observation, à 1.180 mètres d'altitude, face au Piton de Crac, nous dominons les « Grandes Pentes » et la partie inférieure de la Plaine des Osmondes.

Une fissure semble exister à la base du Piton de Crac; la lave émise coule le long du massif de la Fournaise. L'émission est spasmodique et le magma relativement fluide; de multiples bras sont constitués, divergeant vers le Nord-Est à partir de la base du Piton. Le front des coulées est constitué par d'énormes amoncellements de blocs qui progressent lentement. Aux alentours s'observe de la lave encore rouge à travers des lignes de retrait, indice certain que toute la Plaine en a été recouverte.

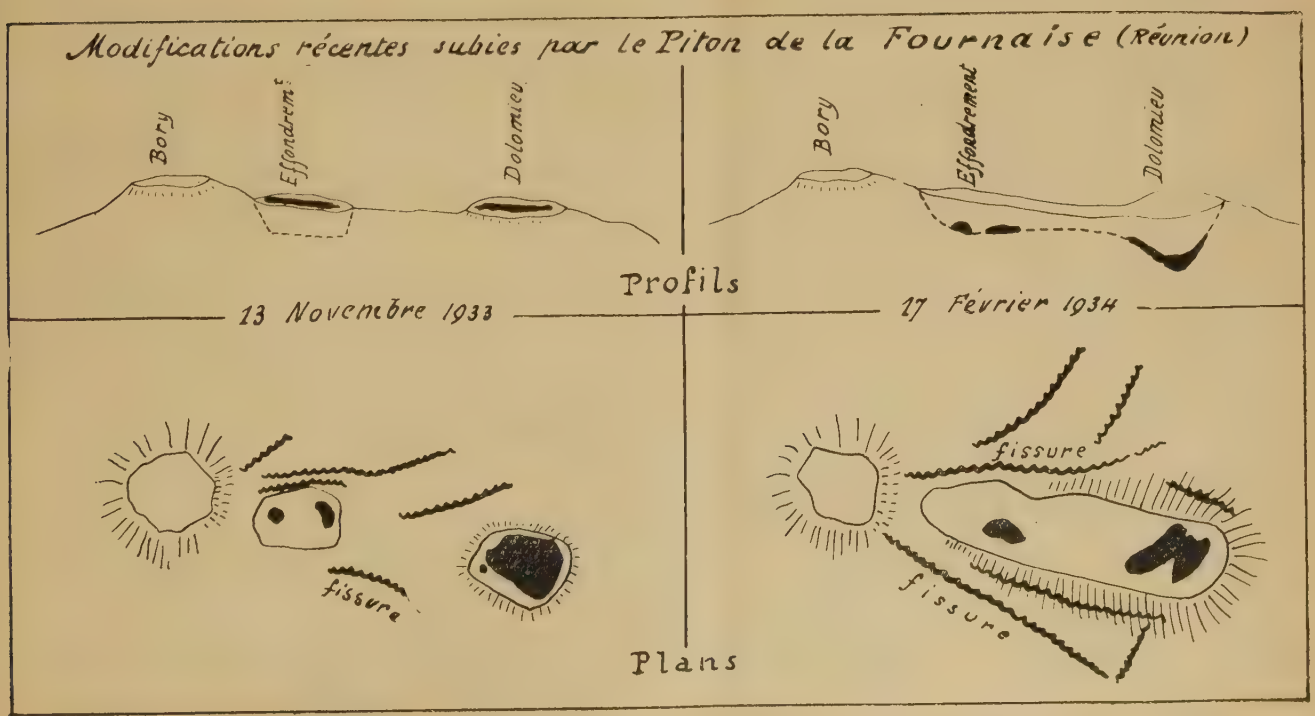
Assez souvent, et irrégulièrement, nous constatons une alimentation de ces coulées par un fort courant venu de la partie supérieure de la Plaine des Osmondes. Avant qu'elle ne s'effectue, on observe une lueur extrêmement vive derrière le promontoire que nous avons indiqué plus haut. Cette lueur s'étale, progresse vers le Piton de Crac en s'écrasant, au moment même où elle arrive au-dessus de l'extrémité du Promontoire, la lave surgit très fluide, de véritables vagues se formant parfois à sa surface. Cette lave coule d'abord dans une sorte de chenal; lorsque ce dernier prend fin, la coulée se divise alors en plusieurs branches, ayant une vitesse d'écoulement bien moindre que le bras principal. Dès que cesse l'alimentation, la lueur disparaît et le chenal se vide de son contenu.

Sur les Grandes Pentes, nous observons deux coulées progressant lentement vers la Plaine du Grand Brûlé. L'une d'entre elles est superposée à

(1) Partie du rempart limitant le Trou Caron.



Allure générale des coulées lors de l'éruption de 1931



des laves récentes, l'autre située plus au Sud coule en pleine forêt qu'elle incendie.

Enfin, nous entendons fréquemment des grondements venant de l'Ouest, tandis que la progression de la lave s'effectue avec un crissement caractéristique dû aux blocs qui s'entrechoquent.

2° Nous avons maintenant dépassé le promontoire précédent et nous sommes à une altitude d'environ 1.300 mètres. Nos observations s'effectuent sur un angle de 120°, approximativement. Le Piton de Crac se trouve maintenant à notre gauche ; à notre droite, nous dominant de plusieurs centaines de mètres : le sommet du Nez Coupé ; enfin, dans l'intervalle se dégage le puissant massif de la Fournaise surmonté de quelques petits cônes adventifs, tandis qu'à nos pieds se découvre toute la partie supérieure de la Plaine des Osmondes.

Cette plaine n'est plus qu'un vaste champ de laves récentes. Elle est parcourue pour l'instant en son centre par un véritable torrent de laves extrêmement fluides, émis par une fissure située sur les flancs d'un cratère qui se trouve face au Nez Coupé contre le Massif de la Fournaise. Interrogé, le brigadier forestier Jasmin déclare qu'il n'y a jamais eu de cratère en ce point. Il est donc nouveau. M. Biberon corrobore cette opinion.

En dehors de ces observations d'ordre général, notre attention a été particulièrement retenue par la question du Piton de Crac, le fonctionnement du nouveau cratère et la nature des émissions.

I. *Question du Piton de Crac.* — Nous avons dit, plus haut, qu'il semblait exister une fissure à la base du Piton de Crac. Toutefois, la lave de cette région était alimentée par un courant venu de la partie supérieure de la Plaine des Osmondes.

Nous n'observons plus ce courant. Cependant, une fissure dans le flanc du cratère est dirigée vers le Piton de Crac et quelques points encore rouges d'un magma récent sont les indices qui demeurent de ce courant. A la base du Piton existent toujours quelques coulées peu nourries et, à deux reprises, nous observons que la lave semble se diriger vers l'Ouest, comme si elle remontait la Plaine des Osmondes. Il est donc possible que le Piton de Crac ait eu un exutoire à sa base. Nous n'osons l'affirmer, car il se peut aussi que cette émission soit due à un tunnel faisant directement communiquer la fissure avec le Piton. Toutefois, si la première opinion est exacte, cet exutoire n'aurait normalement donné que peu de lave, sauf dans le cas d'une confluence de ses émissions avec celles du cratère.

II. *Fonctionnement du nouveau cratère.* — C'est un double cône s'emboîtant l'un dans l'autre. Le cône de base constitué par de la lave est très surbaissé. Il est également fissuré en tous sens, et les fissures sont seules à émettre de la lave. Le sommet correspondant à l'ouverture proprement dite du cratère est un cône de débris provenant des matériaux projetés. Les parois sont abruptes et égueulées vers le Nord-Est, sans qu'il y ait émission de lave par cette partie. Le cratère est le siège de projections : 10 à 12 par minute. De forts grondements se font entendre, mais nous n'avons pu établir une relation entre eux et les projections les plus fortes. Celles-ci atteignent environ 150 mètres de hauteur. Leurs produits projetés tombent sur le cône de débris ou roulent en très petit nombre sur les flancs du cône de lave. Ce dernier émet de la lave par deux fissures voisines l'une de l'autre, situées sur son flanc est, et par une bouche demi-circulaire placée un peu au-dessus des fissures précédentes. L'une des fissures, celle qui est la plus rapprochée du massif de la Fournaise, donne peu de lave. Elle semble être en relation avec le fort courant qui alimentait la nuit précédente la base du Piton de Crac. La deuxième fissure émet beaucoup de lave qui se dirige d'abord vers le rempart du Bois-Blanc, puis coule au milieu de la Plaine des Osmondes sous la forme d'un véritable torrent. Mais elle donne de manière spasmodique et lorsque son activité se ralentit, peu après, la bouche demi-circulaire rejette d'épaisses fumerolles immédiatement suivies par de la lave sortant en véritable jet parabolique. Cette lave s'étale et constitue une nappe rutilante sur les flancs du cône. Dès que la fissure fonctionne de nouveau, cette bouche, à son tour, cesse d'être active. Cette alternance dans les émissions a été constamment observée.

III. *Nature des émissions. Caractères physiques.* — Les laves sont remarquables par leur fluidité. A la sortie de la fissure, sur les flancs du cône, elles coulent à la vitesse d'un torrent au moment de ses crues. Aussitôt qu'elle s'est engagée dans la Plaine des Osmondes, le front de la coulée tend à se scorifier. En raison de la puissance d'alimentation, les blocs constitués sont rejetés les uns sur les parties latérales, les autres étant transportés par le courant. Tout comme pour un cours d'eau, la région de plus grande vitesse se trouve dans l'axe de la coulée qui dessine d'ailleurs une ligne rouge sombre très caractéristique. La vitesse moyenne peut être évaluée à 4 ou 5 mètres par seconde. La densité du magma est, cependant, assez forte pour tenir à demi-immer-

gés d'énormes blocs arrachés aux bords scorifiés de la coulée : ces blocs se déplacent d'ailleurs rapidement, tournoient parfois sur eux-mêmes et sont, finalement, rejetés sur les bords.

Cependant, la fluidité de la lave n'empêche qu'elle se fige immédiatement après que cesse l'alimentation : de rouge sombre à jaune or, elle devient aussitôt gris-noirâtre en raison d'une scorification rapide de sa surface. Le courant reprend d'ailleurs la même intensité dès que recommence l'alimentation.

Nous n'avons pas observé de fumerolles se dégageant de cette lave.

Les fumées épaisses qui se dégagent du cratère sont de couleur variable. Au moment des plus fortes détonations, elles prennent une couleur violet-sombre, indice évident de cendres projetées (1). Toutefois, les couleurs rouge, jaune, et simplement blanche, sont les plus fréquentes.

Aspect du champ de lave. — Les laves se sont répandues dans la région Nord du Grand Brûlé. Leur surface est essentiellement scoriacée. Le type prédominant est donc la lave dite gratonnée. Mais il ne faut pas croire que ce soit le seul type. Dans l'ensemble, leur couleur est gris-terreux. Cependant, certains voussoirs ou plateaux de lave sont d'un gris-bleu caractéristique. En se déplaçant sur ces régions, on observe qu'elles sonnent sous les talons, indices de poches sous-jacentes. Enfin, fait important, leur surface paraît segmentée par des fissures de retrait n'ayant intéressé que la surface de la lave : cela dessine de longs cordons plus ou moins anguleux, parfois concentriques. Ce n'est pas de la lave cordée ; ce n'est pas également de la lave gratonnée. C'est peut-être un type intermédiaire. La question mérite d'être étudiée.

L'aspect du champ de lave est chaotique : la surface est hérissée de blocs de scories affectant parfois la forme de dalles. Le centre des coulées est toujours plus déprimé que les bords. Cette dépression peut constituer un véritable chenal limité par des amoncellements de blocs plus ou moins liés entre eux par une gangue constituée par la lave ou par une terre d'aspect très granuleux provenant de la désagrégation superficielle des scories. Nous n'avons pas observé d'hornitos. Par contre, les tunnels de lave sont fréquents avec stalactites. On les observe surtout et presqu'uniquement dans les chenaux d'écoulement.

(1) Nous avions parfois la vue obscurcie par les cendres, ce qui nous forçait à nous essuyer les yeux.

Nature des laves. — Elles sont exceptionnellement riches en péridot-olivine : ce sont les océanites de A. Lacroix. On trouve ce péridot même dans les parties tout à fait superficielles des scories, mais il y en a davantage dans les parties massives du magma consolidé. La couleur varie du gris terreux, gris fer, au rouge. Les roches rouges sont surtout abondantes près de la mer. Elles proviennent, croyons-nous, d'une décomposition de l'olivine avec séparation de la magnétite incluse. D'ailleurs, les cristaux d'olivine ne s'observent plus dans les roches de cette couleur.

Sur le bord de la mer, la désagrégation de cette lave scoriacée est rapide. Elle aboutit à la formation d'un sable presqu'uniquement péridotique avec, comme stade intermédiaire, une sorte d'arène péridotique où une pâte siliceuse demeure autour de 1 ou 2 groupements d'olivine. La richesse de quelques-unes de ces roches en silice est d'ailleurs suffisante pour qu'elles fassent feu au briquet.

Fumerolles. — Dans les régions qui ont pu être explorées, nous avons observé en certains points un dégagement assez abondant de fumée. L'odeur du gaz sulfureux était caractéristique. Des dépôts jaunâtres de soufre se produisaient toujours au centre de la zone d'émission des fumerolles. Sur les bords, au contraire, existaient des efflorescences blanchâtres ayant un goût acide très prononcé, se déposant d'ailleurs avant le soufre. Cela est, croyons-nous, en rapport avec un dégagement de fumerolles acides déposant du chlorure d'ammonium, puis de fumerolles alcalines déposant du soufre.

Conclusions

1. L'éruption de 1931 se caractérise par :

a) La grande fluidité du magma, fluidité moindre cependant que celui émis par la Mauna-Loa, par exemple ;

b) Des dégagements gazeux assez abondants au cratère, avec projection de matériaux rejetés à l'état incandescent ;

c) L'émission peu abondante de cheveux de Pélé et de cendres ;

d) La localisation de la coulée d'un côté du cratère et l'individualisation d'une surface de lave hérissée de blocs scoriacés ;

e) La marche de la lave s'effectuant « avec un bruissement caractéristique produit par le cliquetis des blocs qui s'entrechoquent », suivant l'expression de A. Lacroix.

f) L'individualisation d'un cône de lave très surbaissé, avec superposition d'un cône de débris.

L'éruption est donc d'un type intermédiaire entre le Hawaïen et le Strombolien. Elle est cependant plus près de ce dernier.

2. Le Piton de Crac a été probablement actif. Mais c'est surtout le cratère nouveau constitué au fond de la Plaine des Osmondes qui l'a été. Le cratère proprement dit a été le siège de projections : la lave a été émise par des fissures. Nous proposons de le nommer *Cratère Haug*, en mémoire de notre Maître, professeur en Sorbonne, décédé en 1927.

3. On peut évaluer à 130.000.000 de mètres cubes le volume de la lave émise par le volcan. Ce chiffre n'est évidemment que très approximatif.

4. Les phénomènes auxquels nous avons assisté sont normaux et ne constituent, dans leur ensemble, qu'une répétition de ce qui s'est déjà produit dans un passé relativement peu éloigné. Une simple énumération de quelques faits pris dans son histoire nous le prouvera :

1812 : une coulée envahit le quart du Grand Brûlé ; elle est accompagnée d'une émission de fils et de cendres.

1860 : chute de fils, de cendres et même de graviers jusqu'à Saint-Joseph.

1889 : phénomènes explosifs intenses avec production de fils d'obsidienne.

1897 : forte coulée, mais pas de projections.

1905 : chute de cendres.

Nous ajouterons simplement :

1931 : très forte coulée accompagnée de projections avec chute de cendres et de cheveux de Pelé, en rapport avec la formation d'un nouveau cratère au fond de la Plaine des Osmondes.

5. Il est à craindre que le Trou Caron ne fonctionne plus comme réservoir de laves, ainsi qu'il l'a été jusqu'ici. Il se peut donc que les coulées prenant directement les Grandes Pentes arrivent plus facilement à la mer.

II. — ÉRUPTIONS ET MODIFICATIONS OBSERVÉES AU SOMMET DE LA FOURNAISE DEPUIS AOÛT 1931

Depuis la grande éruption de 1931 qui a pris fin au mois d'août de la même année, l'activité du Piton de la Fournaise se résume comme suit (1).

(1) D'après les rapports des brigades de gendarmerie de Sainte Rose et de Saint Philippe, communiqués par le Capitaine commandant le détachement.

21-23 *novembre* 1932. — Faible lueur sur le Piton. Pas de coulée.

7 *juin*-15 *juin* 1933. — Forte lueur sur la montagne. Sa position indique que le cratère actif n'est pas le même que celui de 1931 : Il donne des laves se dirigeant vers le rempart du Tremblet. Par temps clair, on voit, de Saint-Philippe, des nuages de fumées s'élever au-dessus de la Fournaise. Des détonations souterraines se font entendre fréquemment et le sol tremble légèrement. L'éruption se produit dans la partie haute de l'enclos : aucune coulée n'est visible sur les grandes Pentes.

11-13 *novembre* 1933. — Dans la nuit du 11 au 12, des pêcheurs observent que le volcan est entré en activité. Il se produit une coulée de lave qui déferle sur les grandes Pentes parcourant environ deux mille mètres vers les km. 74 et 75 de la route nationale.

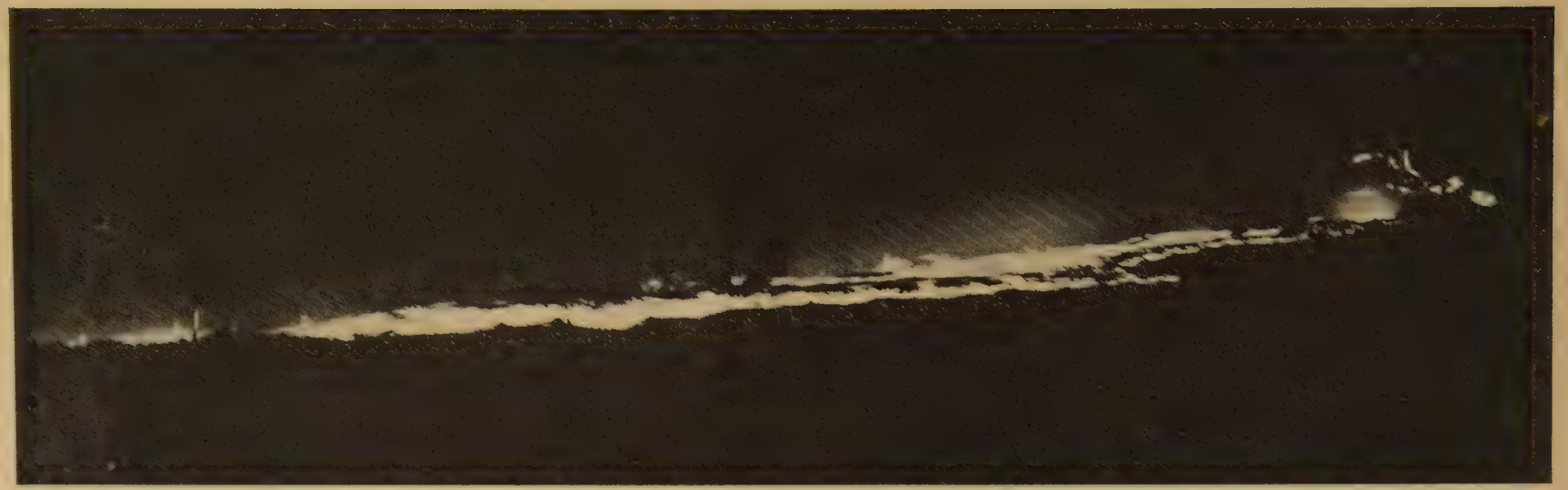
15 *février*-23 *février* 1934. — Lueur au sommet de la montagne ; faible d'abord, elle augmente d'intensité et atteint son maximum le 17 février puis décroît et disparaît ou presque le 23. Pas de coulée visible de la route nationale.

30 *mars*-3 *avril* 1934. — Les 30 et 31 mars, une forte lueur s'observe dans le massif du côté du rempart du Tremblet. Le 31, vers midi, une coulée apparaît sur la crête. Elle descend contre le rempart du Tremblet vers le 79e et le 80e km de la route nationale. Sa marche est lente ; elle a environ 600 mètres de longueur et 300 de largeur le 1er avril 1934, et semble ne pas devoir aller plus loin.

En somme, après la grande coulée de 1931, le volcan de la Fournaise a eu une phase de repos relatif, d'août 1931 à juin 1933. Depuis, il a eu une recrudescence d'activité, avec des éruptions d'importance inégale, localisées la plupart dans la partie supérieure de l'enclos. Deux coulées seulement se sont produites sur les Grandes Pentes et ont été visibles de la route nationale.

Enfin, le cratère actif pendant toute cette période que nous venons d'envisager, n'est pas le même que celui que nous avons découvert en 1931 dans la Plaine des Osmondes. Le foyer éruptif est de nouveau le Dolomieu ou cratère Brûlant, au sommet de la montagne. Celui-ci a d'ailleurs été le siège de modifications profondes, dont le moins que l'on puisse dire est qu'elles risquent d'entraîner tout la partie centrale du massif de la Fournaise dans un effondrement dont on ne peut prévoir ni l'ampleur, ni les conséquences (Voir croquis page 149).

Il convient de rappeler que toute la région com-



La coulee a envahi la plaine du Grand Brûlé. Des arbres brûlent à gauche (4 août .

La coulee arrive à la mer (5 août).

Photos André Albany de l'E. F. P. C.

Laves tombant du Rempart des Osmondes dans le Trou Caron et s'écoulant dans la plaine du Grand Brûlé (4 août).

prise entre le Bory et le Dolomieu n'a jamais été bien stable. Les descriptions de Bory ne sont pas celles de Velain, qui elles-mêmes diffèrent de celles de A. Lacroix.

Bory y avait découvert une sorte de cône de lave qu'il appela le mamelon central. Plus d'un siècle après, en 1911, A. Lacroix y trouve au contraire un effondrement en forme de fer à cheval, dont les deux branches englobaient le Dolomieu ; les laves de ce dernier s'y déversaient d'ailleurs par débordement direct du cratère. En 1930 nous observons une sorte de plateau déprimé, indiquant que l'effondrement précédent, nommé par A. Lacroix enclos Vélain, avait été comblé par les coulées du Dolomieu.

Le 13 novembre 1933, il se forme de nouveau dans cette région un de ces cratères-citernes que les anglais appellent pit-crater : son diamètre était environ de 100 à 150 mètres, et sa profondeur de 30 à 40 mètres. Cet effondrement était environné sur ses bords de fissures de 20 à 30 centimètres de largeur qui, partant des environs du Bory, s'en allaient jusqu'au Dolomieu. Sa cavité se divisait en deux parties, dont les éléments principaux étaient : à l'Ouest, un cône de lave rouge, sorte d'extrusion de lave, à travers les couches formant le fond de la dépression ; en face de ce cône qui avait environ 10 mètres de hauteur, la paroi presqu'uniquement constituée par du sable, dégageait en masse des fumerolles ; à l'Est, soit vers le Dolomieu, l'effondrement était plus profond et donnait des petites projections. Des fumées épaisses s'en échappaient parfois. Vingt à trente mètres séparaient le Bory de cet effondrement et 40 à 50 du Dolomieu.

En janvier 1934, on nous communique des observations faites en avion, desquelles il résulte que le pit-crater précédent s'était allongé, agrandi, et ne formait plus qu'un seul cratère avec le Dolomieu.

Le 17 février 1934, le vieux guide du volcan, Lassale, brigadier-chef forestier, qui s'était rendu au cratère sur notre demande pour vérifier le fait, nous le confirma à son retour et notait que l'effondrement s'était non seulement allongé vers l'Est et rejoignait le Dolomieu, mais encore, qu'il était environné d'une quantité considérable de fissures, les unes périphériques, les autres radiales et se dirigeaient vers les bords de l'enclos. Leur longueur et leur largeur n'étaient pas moins remarquables que leur nombre. Le fond de cette grande dépression elliptique était surélevé du côté du Bory ; le Dolomieu, au contraire, était en contre-bas vers l'Est.

Telles sont les modifications subies par le sommet de la montagne ; il importe de remarquer qu'elles se sont produites dans un temps relativement court. Nous ne pouvons que lier ces changements à l'activité constante du Piton de la Fournaise depuis près d'une année. Mais leur examen nous oblige à nous souvenir que le volcan de la Réunion est un volcan à caldeira et que toutes ces fissures qui entament actuellement profondément son sommet, pourraient bien en s'amplifiant, entraîner le massif de la Fournaise dans un effondrement dont on ne peut prévoir, ainsi que nous l'avons dit plus haut, ni l'ampleur, ni les conséquences.

M. Jean.
Docteur ès-sciences,
Professeur au Lycée de la Réunion.

L'éruption de 1929 à Ambrym (Nouvelles-Hébrides)

Renseignements généraux

L'éruption d'Ambrym a débuté dans la nuit du 28 au 29 juin 1929 et n'a été précédée par aucune particularité météorologique. Pendant toute la journée du 28 juin, le ciel était très nuageux, le volcan avait des grondements sourds habituels, rien ne laissait prévoir une éruption d'une pareille intensité. Elle a commencé par des pluies de cendre suivies bientôt de coulées de laves incandescentes dévastant tout sur leur passage. Leur zone d'influence s'établit comme suit :

La première coulée partait du cratère principal et des petits cratères formés par l'éruption et descendait suivant un creak près du village de Bau Lap.

La deuxième coulée, issue du cratère principal, a suivi une ligne droite dans la direction du village de Malvert.

La troisième partait du cratère et se dirigeait sur Craig's Cove.

Plusieurs villages indigènes ont été complètement brûlés.

Il en a été de même des récoltes. Les installations

européennes qui se trouvaient dans la zone des laves ont été dévastées, sauf la Mission qui fut épargnée.

PETRIGNANI,
Délégué de Mallicolo.

LES OBSERVATIONS A TERRE

Le vendredi 28 juin 1929, à 21 h. 15 minutes, le volcan d'Ambrym s'est, à nouveau, réveillé. En l'espace d'une heure, toute la partie montagneuse descendant vers le Nord-Est de l'île était embrasée et la lave s'étendait très rapidement.

Devant cet état de choses, je me suis empressé de demander au R. P. Bochu, commandant le côtre de la mission catholique, qui était mouillé dans la région depuis deux jours, de vouloir bien mettre son bateau à ma disposition.

Le R. P. Bochu acquiesça avec empressement à ma demande et, partis de Mallicolo (Lamap) à 23 heures, nous étions à Craig's Cove à une heure.

Pendant la traversée, la situation s'était encore aggravée. Un cratère nouveau s'était ouvert près de la mer, à Bau Lap (partie Sud-Est d'Ambrym), et déversait une très grosse quantité de lave incandescente à la mer. Il ne nous était pas possible, sans danger, d'aller vers cet endroit.

Le capitaine du « Saint-Joseph », sans mouiller, a pris un premier chargement de 120 indigènes, hommes, femmes et enfants, qui étaient transportés par le canot du bord et surtout par M. Harvey avec sa pétrolette.

Je dois signaler particulièrement l'attitude correcte et pleine de dévouement de M. Harvey, qui n'a pas cessé un moment de nous aider jusqu'à notre départ, à trois heures du matin.

J'avais demandé à ce colon d'attendre notre retour pour quitter Ambrym. Le médecin annamite était resté avec lui. Au bout de peu de temps, M. Harvey s'aperçut que l'eau devenait chaude : il ne lui était donc pas possible de rester.

. . . . . .

Arrivés à Port-Sandwich, avec le côtre « St-Joseph » le matin 29 juin, à 7 heures, nous avons immédiatement procédé au débarquement des indigènes sauvés et, dès 9 heures, nous reprenions la route d'Ambrym.

Notre intention, cette fois, était de tenter, par tous les moyens, de rallier Sessivie et Bau Lap ; au jour, cette opération pouvait être tentée. Mais l'incendie des forêts, provoqué par les coulées de lave s'étendait très rapidement vers le Nord de l'île, et, en l'espace d'une heure, toute la région entre Malevel et Graig's Cove était ravagée par les flammes.

En voyant cela, nous avons mis le cap sur Craig's Cove. Après bien des difficultés, il nous était permis d'atteindre notre but, il était environ 14 heures.

Le canot fut mis à la mer en marche et je me rendis à terre afin de prendre les indigènes restant ; il n'y en avait plus qu'une douzaine ; le reste avait fui vers la pointe Dip. Pendant que j'étais à terre, un nouveau cratère s'est ouvert derrière Craig's Cove et, un quart d'heure après notre départ, cette nouvelle bouche déversait sa lave sur la mer.

Dès le 29 juin, au soir, toute la région de Bau Lap était ravagée par la coulée de lave et l'incendie. Il en a été de même pour celle de Malleve à Craig's Cove inclus.

Fait extraordinaire, m'étant rendu sur les lieux le 2 juillet courant, j'ai constaté que le store possédé à Bau Lap par M. Cariou n'avait pas été détruit ainsi que les villages de Malleve et Ouro, bien que la brousse se trouvant autour ait été complètement ravagée. La maison du missionnaire presbytérien et la school n'existent plus. Le store et les bâtiments de la société Hagen n'ont pas été touchés.

L'église et la maison du missionnaire catholique n'ont pas été touchées.

Les deux bâtiments de la Société Française, loués par M. Cariou à Craig's Cove, n'existent plus. La maison de M. Harvey et quelques dépendances ont été épargnées.

Nous avons pu constater l'ouverture de quatre cratères terrestres en plus de celui d'Ambrym et tous sur le côte Ouest de l'île, face à la Délégation Française de Mallicolo.

Dans la nuit du 29 au 30 juin, la terre a tremblé avec assez de violence. A Port-Sandwich, les secousses ont été nettement ressenties. Le 30 juin, à 10 heures, se sont ouverts, entre Graig's Cove et la pointe Dip, trois cratères sous-marins. Actuellement, le calme est à peu près revenu.

CH. GAUDONVILLE,
Délégué du Condominium des Nouvelles-Hébrides.

LES ÉRUPTIONS SOUS-MARINES

Après avoir touché Thanone et Craigs' Cove, faisant route de Pau-Uma sur Ringdobe, le 28 juin 1929, je fus frappé de la visibilité, de la netteté excessive dans les détails de toutes les crêtes d'Ambrym habituellement chapeautées de vapeur ou nuages.

Tout étonnant et rare que fut ce spectacle, je n'y attachai cependant pas d'autre importance que celle qu'un changement de temps pourrait peut-être apporter dans la suite.

Mouillé à Rindgove, le 28, à 17 heures.

Dès la nuit, aperçu une grande lueur, au-dessus du volcan central d'Ambrym, laquelle augmente rapidement d'intensité et de hauteur.

Vers 20 heures, une forte lueur se détachait du bouquet central et s'étendait le long de la ligne de crête vers l'Ouest, caractérisant bien la marche de la coulée de lave, évaluée à une vitesse d'un mille et demi environ. Il ne s'agit pas là de la vitesse de la lave qui a dû être très grande, mais de la marche de la lueur vue sur le versant opposé, le long de la ligne de crête.

Le 29, au matin, reçu l'ordre de la Direction de prendre les dispositions pour appareiller sur Ambrym et visiter les Stations de la Société se trouvant aux environs de la zone d'action du volcan. Appareillé à 14 heures, après avoir fait eau et charbon. Mouillé le soir à Pau-Uma (Mouillage de la Mission) pour la nuit. Le directeur, M. Mitchel, est présent à bord.

Le 30, à 4 heures du matin, levé l'ancre et fait route sur Ambrym. Visité les stations Cavanagh et Port Nato, sous vapeur ; ces stations sont indemnes, mais nous apprenons que la station Craig's Cove a été touchée par la lave. Fait route aussitôt sur ce point. Pluie, forte brise de N.-O.

En passant, contourné la baie Balbein, à 1/2 mille. Nous ne tardons pas à voir, à travers la pluie, de fortes colonnes blanches, vapeur d'eau s'élevant du rivage où la lave vient aboutir par 6 à 7 vallonnements. Toute végétation est disparue, tout est calciné ; des arbres entiers et debouts sont au bords de la plage, entraînés par la lave ; des poissons morts flottent à la surface de la mer.

Fait route sur la pointe Craig's.

A 10 h. 05, au moment où nous allions la doubler à un 1/2 mille, une éruption sous-marine se produit à un mille environ devant nous, projetant à une grande hauteur une masse d'eau et de vapeur blanche. Fait demi-tour aussitôt, puis stoppé. Débarqué la pétrolette en restant sous vapeur. M. Mitchel, directeur de la Société, se rend à terre pour tâcher d'approcher de la station et se rendre compte de l'état des lieux.

Depuis 10 minutes environ, avant l'explosion, mon attention avait été attirée par une fausse ligne d'horizon formée par de la vapeur d'eau, faisant comme par mirage apparaître la mer excessivement agitée au large. Deux ou trois minutes avant l'éruption, le même phénomène se reproduisit beaucoup plus accentué.

Le volcan devint rapidement plus actif, éruption plus fréquentes, puis par trois bouches relevées successivement au N° 54° W et 46° W (éruptions simultanées) et N° 43° W. Celle située au N° 46° W la plus conséquente, les deux autres représentant des colonnes de vapeur blanche et d'eau, d'un diamètre relativement faible.

A 11 h. 45, après un moment de répit, une nouvelle bouche s'ouvre dans N 54° W, plus près de terre, éruption formidable projetant à plus de 100 mètres de hauteur une colonne mi-solide noire, certainement de la lave, que l'on vit très nettement retomber à l'eau, au milieu d'une immense gerbe de vapeur de toute beauté. D'après les relèvements uniques que je pouvais avoir, j'estimais ces diverses bouches à 1 mille, 1 mille et demie, 2 milles et demie et 3 milles de terre. Impossible, par suite du temps, d'avoir d'autres relèvements permettant, par un croisement convenable, d'obtenir des positions plus exactes. Je devais cependant avoir, le lendemain, satisfaction sur ce point, pour le cratère principal, ainsi qu'on le verra plus loin.

Après cette éruption si rapprochée de terre, M. Mitchel abandonne ses investigations poussées du reste dans la limite du possible et rallie le bord à 12 h. 10 :

1° Le personnel de la station fuyant devant la lave a rallié Mallicolo avec les embarcations ; deux maisons en tôle restent debout momentanément, toute végétation a disparu, tout est calciné, le bord de mer envahi par la lave ;

2° La mission catholique reste toujours debout, avec un tapis de verdure sur le devant, faisant un contraste saisissant avec la désolation qui l'entoure ;

3° Il ne reste rien de la mission anglaise.

A 12 h. 20, mis en route pour Port-Sandwich, où nous arrivons à 15 heures. Passé la nuit à ce mouillage, dans lequel nous avons eu la visite du Résident et des missionnaires, et embarqué les rescapés de notre station de Graig's Cove.

Durant le trajet Craig's Cove à Port-Sandwich, nous observons que les éruptions secondaires (celles du large) après avoir été très faibles et espacées, ont complétement disparu, ne laissant plus que le gros cratère près de terre, dont les éruptions, toujours aussi violentes, deviennent de plus en plus fréquentes et à peu près continues vers le soir.

Le 1er juillet, à 6 heures du matin, appareillé

pour Rhanone ; mouillé à la Station Pitsu (Lançon) pour embarquer les pétrolettes et canots rescapés de Craig's Cove.

A 9 h. 30, appareillé et fait route pour Rhanone en doublant les pointes Craig's, Dip et Lamb à 4 milles 5 ; les éruptions sous-marines sont de plus en plus espacées.

A midi 15, au moment où nous doublions le pointe Lamb par le Nord, forte éruption du gros cratère dans le Sud 6° W exactement dans l'alignement des pointes Dip et Lamb.

Le croisement de ce relèvement avec ceux obtenus la veille dans le Sud de la pointe Craig's, place ce cratère sous-marin à 0 mille 7 de terre, soit par :

Latitude : 16°15'25 Sud ; *longitude* : 165°34'40 Ouest ;

A 2 h. 35, stoppé à Rhanone, où tout est en bon état. Remis en route à 3 h. 05 en contournant Ambrym par l'Etat, où rien n'est apparent.

Mouillé sur rade de Rindgove le 2, à 1 h. 10 du matin.

De l'ensemble des observations faites durant cette petite croisière, il nous apparaît que l'île d'Ambrym a subi simultanément, ou à peu près, trois éruptions par :

1° Le grand cratère central, toujours en activité ;

2° Le petit cratère de Feluk, situé à 10.559 mètres dans le N 80 W du premier et qui donna une éruption de lave en 1894 ; c'est ce cratère qui nous paraît avoir dévasté Craig's Cove ;

3° Le volcan sous-marin.

A. GAUDE,
Capitaine du Kobiloka.

LE VOLCAN DU KARTHALA (Grande Comore) [1]

L'île de la Grande Comore, allongée du Nord au Sud, paraît tout entière de formation volcanique très ancienne. Une haute chaîne la parcourt, rattachée, au Sud, au volcan du Karthala.

J'ai eu l'occasion de visiter ce volcan, en compagnie de M. Grimaldi, commis des Services civils, en septembre 1932.

La partie supérieure du volcan est constituée par une ancienne *caldeira* de 2 à 3 kilomètres de diamètre. Elle est comblée par deux niveaux ou paliers successifs. On y observe de nombreuses fumerolles.

***

Le cratère du Nord doit avoir un diamètre de 80 à 150 m. et une profondeur de 300 m. (voir photographies ci-contre). Il s'ouvre au ras du sol, sauf dans sa partie ouest, où une petite crête le délimite. En continuelle activité, il dégage, par bouffées ininterrompues, une haute colonne de fumée soufrée chaude. Sa température au niveau du sol est d'environ 35 degrés.

Cette fumée, qui sort verticalement et avec une assez grande vitesse, n'est pas très dense, et son ombre est faible. Elle s'élève jusqu'à 2 ou 300 mètres, où elle est dispersée par le vent ou confondue avec les nuages. Elle n'est pas très suffocante ; avec un mouchoir mouillé comme masque, on peut introduire sa tête dans la colonne de fumée, sans gêne excessive. Les dépôts soufrés ne s'étendent qu'à quelques décimètres autour du cratère et sont très minces et d'un jaune très pâle.

La fumée dégage une odeur alliacée, perceptible même à une dizaine de mètres.

***

Le cratère du Sud est, en réalité, composé de deux cratères, le plus grand au Sud, reliés à mi-profondeur par une crête où se manifeste la seule activité volcanique de cette partie.

Ces cratères, dont l'ouverture dessine une sorte de 8 de 300 sur 600 mètres, s'ouvrent directement au niveau du deuxième plateau.

Le plus petit est comblé d'éboulis de petites pierres, montant jusqu'aux deux tiers des parois.

Dans le plus grand, les éboulis moins abondants, et formés par endroit de très gros blocs, laissent à l'Est, au Sud et à l'Ouest, des pans de parois absolument verticales jusqu'au fond.

La plate-forme du fond est, par suite, de dessin irrégulier, allongée d'Est en Ouest. Elle est recouverte de sable et de graviers, parsemés de rochers. Les eaux de pluies y ont tracé un lit de ruisseau

(1) On possède depuis longtemps des renseignements sur le volcan de Karthala, dont la grande caldeira est bien connue. On sait aussi que les éruptions ne se font plus que par des fentes radiales (A. LACROIX, *La Minéralogie de la France d'outre-mer au Muséum national d'histoire naturelle*). La relation ci-dessus a été fortement écourtée afin d'éviter la répétition d'observations déjà faites antérieurement (N.D.L.R.).

venant se perdre au Sud-Est, où doivent exister des fissures.

L'activité volcanique de la crête de séparation est indiquée par une soufrière à l'Est, et des sources de vapeur à l'Ouest.

Les vapeurs soufrées sont moins chaudes que celles du cratère du Nord. Par contre, elles sont plus riches en soufre dont les dépôts assez jaunes atteignent jusqu'à 1 centimètre.

La vapeur d'eau sort par des fissures, à une température très élevée. Vue d'en haut, la soufrière est nettement indiquée par une tache jaune, contrastant avec des taches vertes, dues à la végétation, entourant les vapeurs de l'Ouest.

***

Les explosions dont nous pouvons suivre les effets déterminent soit des déchirements irréguliers, mais rayonnants si la matière travaillée est dure, soit des entonnoirs, si la matière est molle.

L'explication de la formation des deux niveaux successifs semble aisée : ces niveaux doivent être des comblements de cratère par des laves pâteuses, refroidies lentement. A l'appui de cette hypothèse, je citerais seulement :

1° L'indication des couches successives horizontales dans les parois du cratère Sud ;

2° La rareté des formes prismatiques dont je n'ai trouvé que deux exemples : sur un éperon et sur une très petite surface au milieu de la paroi Sud du cratère Sud.

Volcan du Karthala
(Grande Comore)

Aspects du cratère nord

Clichés J. R. Mondain

Si cette hypothèse est exacte, on pourrait reconnaître cinq périodes successives dans l'évolution du volcan :

1° Période primitive, formation du grand cratère ;

2° Comblement de ce cratère, ayant donné le premier niveau. Ce niveau est certainement plus ancien que le deuxième pour trois raisons :

a) Absence de fumerolles ;

b) Végétation abondante de hautes bruyères.

c) Tandis que le deuxième niveau est plat, coupé seulement de quelques fissures, et parsemé de petites dunes de sable ou de petits éboulis de roches (parfois aux formes bizarres), le premier niveau est plus accidenté ; il est d'ailleurs presque séparé en deux par une petite falaise et un petit ravin, tous deux adoucis par l'érosion.

Cette différence d'âge entre les plateaux exclut l'idée de voir, dans le deuxième, un effondrement du premier.

3° Période d'activité ayant découpé deux cratères, dont les ouvertures actuelles indiquent à peu près le centre ;

4° Comblement ayant donné le deuxième niveau ;

5° Période récente : ouverture de trois cratères et probablement dans l'ordre suivant :

a) Cratère Nord de l'ouverture du Sud ;

b) Cratère Sud proprement dit ;

c) Cratère du Nord.

J.-R. Mondain
Ingénieur-météorologiste adjoint des Colonies.

NOTES ET INFORMATIONS

La réunion annuelle de *Comité National français de Géodésie et Géophysique* s'est effectué à Paris, au palais de l'Institut, sous la présidence de M. A. Lacroix, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences. Cette réunion faisait suite à celles des sections françaises des sept Associations qui constituent l'Union. Les secrétaires de ces sections ont donné lecture de leurs rapports annuels.

A l'occasion de cette réunion, de nouvelles désignations de membres ont été faites. Parmi celles intéressant les colonies françaises se trouvent celles de MM. Bruzon, Richard, Thomas et Welter, qui sont respectivement chefs des Services météorologiques de l'Indochine, de l'A. E. F., de Madagascar et de l'A. O. F. Parmi les questions traitées par la section de Géodésie figurait l'opération de détermination des longitudes entreprises en 1933. Les points principaux choisis étaient : Alger, Changhai et San Diégo (Etats-Unis). Parmi les points secondaires figuraient Phu-Lien (Indochine) et Tananarive. Les calculs relatifs aux opérations entreprises dureront sans doute un an. Les premiers résultats obtenus montrent que les stations considérées ont la même place que quatre ans auparavant, à 1/100 ou 2/100 de seconde de temps près, c'est-à-dire que les différences observées sont de l'ordre des erreurs instrumentales normales.

M. W. Frolow a soutenu avec succès en Sorbonne, le 29 mai 1934, deux thèses pour l'obtention du titre d'ingénieur-docteur. La première de ces thèses avait pour sujet : Le Niger moyen, étude potamologique.

Les aviateurs Lefebvre et Assolant sont partis au mois de mai pour Madagascar, où ils vont diriger la ligne aérienne Tananarive-Broken Hill, laquelle vient se greffer sur la ligne du Cap au Caire. Le fonctionnement normal de cette ligne commencera avant la fin de l'année.

La première station de sondages aérologiques a commencé à fonctionner à la Réunion.

Un concours pour l'admission d'ingénieurs-météorologistes des colonies a eu lieu le 9 août 1934 au Ministère des Colonies. M. Brouquet-Laglaire, ancien élève de l'Ecole Supérieure d'Electricité, a été reçu.

BIBLIOGRAPHIE

BLONDEL (F.). — **Le volcanique récent de l'Indochine française.** Bulletin volcanique N^os^ 15 à 18, Résina (Napoli), 1933, p. 205. Une carte hors texte.

Les explorations des membres du Service géologique de l'Indochine ont mis en évidence deux séries volcaniques distinctes : l'une datant de la fin du Primaire et du début du Secondaire ; l'autre récente.

Toutes les roches fournies par cette dernière sont des basaltes. Les volcans qui les ont produites sont assez peu nombreux. Les cônes à cratère sont assez bien conservés ; leur hauteur moyenne est de 100 à 150 mètres, et leur diamètre à la base peut atteindre 600 à 700 mètres. Quelques-uns peuvent être regardés comme des cratères-lacs.

L'activité volcanique ne se manifeste plus en Indochine que sous la forme de sources thermales ou minérales. Sur la côte d'Annam est apparue, en 1923, une petite île, l'Ile des Cendres, qui a été détruite par l'érosion marine.

Les grandes zones basaltiques se trouvent toutes dans le sud de l'Indochine. Par contre, au Tonkin, il n'y a pas de basaltes.

***

LACROIX (Alfred). — **Contribution à la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine** (*Bull. Service Géol. de l'Indochine*, vol. XX, fascicule 5). Un vol. de 208 pages, 6 planches et 4 cartes hors texte. Hanoi, 1933.

Cet ouvrage fournit une documentation considérable sur les roches éruptives de l'Indochine. Chacun des types lithologiques recueillis dans cette colonie a fait l'objet d'une étude spéciale. Des milliers d'échantillons ont ainsi été examinés et, parmi eux, 250 environ ont fait l'objet d'analyses chimiques.

Les trois principales parties sont consacrées respectivement aux roches éruptives antétertiaires, aux laves tertiaires et récentes, aux conclusions et comparaisons.

La grande majorité des roches éruptives antétertiaires de l'Indochine constituent une série calco-alcaline bien caractérisée et dépourvue d'accidents notables. Il ne semble pas y avoir eu de variations systématiques de composition en fonction du temps.

Il existe, en outre, une seconde série, alcaline, potassique et même hypercristalline, localisée dans le haut Tonkin (Lai-Chau) et antérieure aux grands charriages. Certains termes sont écrasés et laminés, parfois même ils ont subi des recristallisations gneissiques.

Les roches effusives tertiaires ou récentes de l'Indochine sont des laves à facies basaltique, plus sodiques que potassiques, très remarquables par l'étendue de leurs types et par leur continuité. Les termes extrêmes sont les basaltes à silice libre (basaltes α) et les basanites avec, comme termes de passage, des andésites, des sakalavites, des basaltes (β) et des basaltes basanitoïdes (β').

Les conditions de gisement et la description minéralogique sont données pour toutes ces roches. En outre, pour les plus intéressantes de celles-ci, figure la composition chimique.

Les comparaisons portent à la fois sur les types des différents gisements indochinois et sur les échantillons recueillis dans les pays voisins, notamment la péninsule Malaise, les Indes néerlandaises et la Chine nord-orientale.

Cette étude des roches indochinoises est précédée par une « Classification et nomenclature des roches éruptives » qui sera un guide précieux en particulier pour les géologues et les volcanologues.

La classification adoptée est basée sur la composition minéralogique ; elle est complétée par des notions chimico-minéralogiques, déduites d'analyses complètes. La structure des roches est également prise en considération, mais elle n'intervient qu'en second lieu.

Les principes de cette classification sont matérialisés sous forme de tableaux dans lesquels figurent tous les types pétrographiques répartis en fonction de leurs caractères.

***

LACROIX (A.). — **L'activité du volcan de la Réunion au cours des trois dernières années.** *Bulletin volcanologique.* N^{os} 19-22, p. 21. Résina (Napoli), 1933.

Depuis trois ans, il y a, chaque année, plusieurs petites éruptions. La lave est un *basalte* β, pauvre en olivine, et quelquefois une *océanite*, basalte mélanocrate très riche en olivine.

***

ARSANDAUX (H.). — **L'éruption actuelle de la Montagne Pelée.** (Bulletin volcanique, N^{os} 19-22, p. 23). Résina (Napoli), 1933.

Trois phases ont été observées dans la dernière éruption de la Montagne Pelée. La première a été marquée par l'accentuation de l'activité des fumerolles. La seconde, par des explosions volcaniennes. La troisième, par l'évidement du dôme de 1902, la production de nuées ardentes et l'émission de laves.

L'évidement du dôme s'est réalisé par une échancrure qui s'est transformée en une sorte de cratère.

Les nuées ardentes étaient très fréquentes et prolongées mais leur progression a été faible.

La lave, émise par plusieurs orifices, se consolidait dès son arrivée au jour et roulait sur les surfaces abruptes du sommet.

***

AUBERT DE LA RÜE (E.). — **Etude géologique et géographique de l'archipel de Kerguelen** (*Rev. géogr. physique et géol. dynamique*, 1932, vol. V, fasc. 1 et 2, pp. 1-224., 35 fig., 25 pl. et 2 cartes hors-texte).

Ce mémoire, présenté comme thèse de doctorat, est une étude générale des îles Kerguelen. Les sujets qui touchent plus particulièrement à la Physique du globe sont les suivants :

Volcanologie. — Les éruptions qui ont contribué à l'édification des îles appartiennent à quatre périodes géologiques. La plus ancienne, de nature basique, date probablement du Secondaire. La deuxième, beaucoup plus acide (trachytes, phonolites), appartient à l'Eocène. La troisième, marquée par des épanchements basiques d'une ampleur considérable, est considérée comme miocène. La quatrième, enfin, qui s'est étendue du Pliocène au début du Quaternaire, est caractérisée par des émissions de laves basiques.

L'activité volcanique ne se manifeste plus aujourd'hui que par des sources thermales et des fumerolles assez rares.

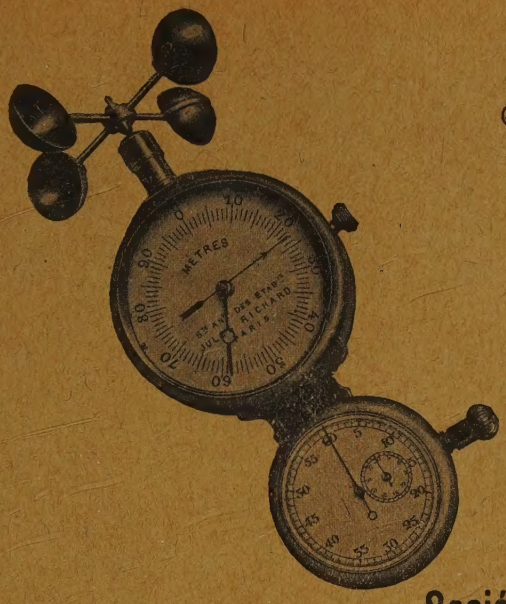
Glaciologie. — Les îles Kerguelen, où le climat était doux à l'époque Tertiaire, ont été occupées, au Quaternaire, par de puissants glaciers. Ceux-ci persistent de nos jours avec une ampleur étonnante pour la latitude à laquelle ils se trouvent.

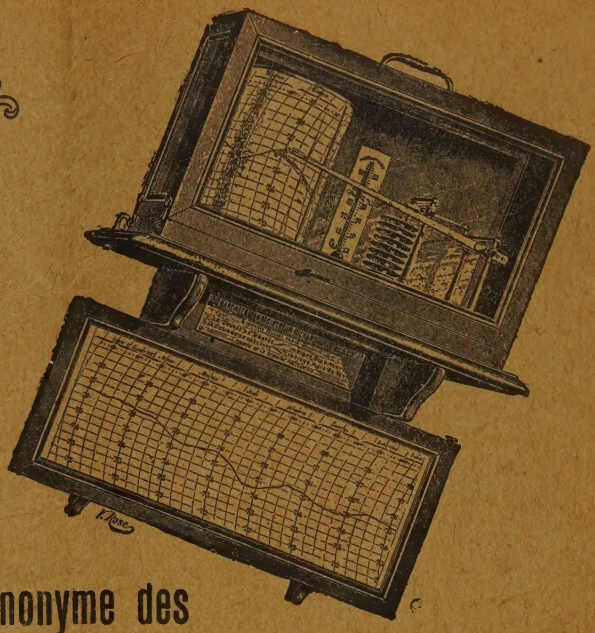
Les glaciers quaternaires se sont étendus au point de former une grande calotte du type *inlandsis*, qui a débordé au large des côtes. L'absence de dépôts interglaciaires ne permet pas de savoir s'il s'est produit une ou plusieurs glaciations.

Météorologie. — Le sujet sera analysé d'autre part.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre Loti. — 1934





Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

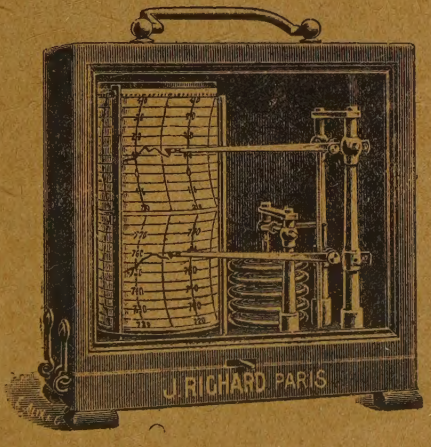
25, Rue Mélingue, PARIS (14e)

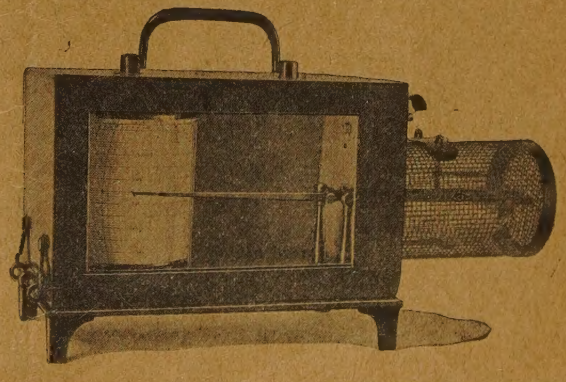
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

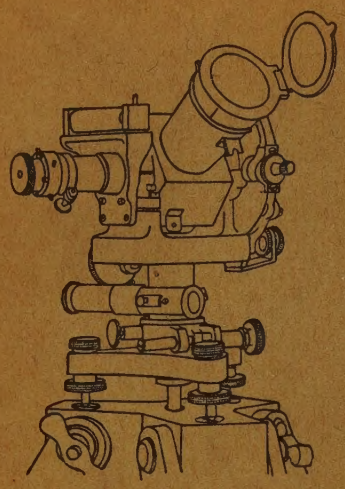
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY - LORIEUX - P. PONTHUS

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

6, Rue Victor Considérant, PARIS (14e)

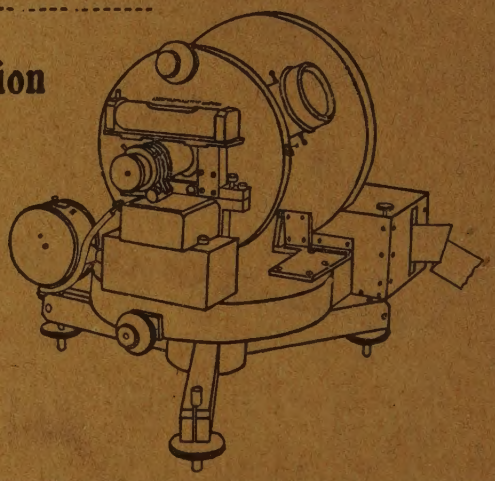
Tél. Danton 58-18 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...



THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817 B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

—

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

—

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1934.